

Transparències

Apunts

Sistemes de Producció

Integrats (SPIN)

Cristobal Raya Giner

**Departament d'Enginyeria de Sistemes,
Automàtica i Informàtica Industrial**

Introducció a la automatització

Cristobal Raya Giner

Sistemes de Producció Integrats (SPIN)

Definició segons



Automatització

....

2 AUTOM/ECON/SOCIOL Aplicació d'automatismes per tal d'aconseguir que parts importants, i àdhuc la totalitat, d'un procés de producció augmentin la rendibilitat fent que es mantingui un nivell uniforme de qualitat.

Automatisme

....

2 AUTOM Element o conjunt d'elements que, degudament aplicats a una operació, a una màquina o a un procés, tenen la propietat de convertir-lo en automàtic.

Automàtic

....

3 *adj* AUTOM Que funciona o actua mecànicament, sense la intervenció de l'home.

4 *f* AUTOM Ciència i tècnica dels sistemes automàtics.

Manufacturing Processes



Tecnologies en els processos de fabricació

- Mecànica
- Neumàtica
- Hidràulica
- Electricitat, electrònica
- Física/química
- ...

Objectiu: Integració

TIPUS DE PROCESSOS

CONTINUS

- Processos Químics
- Energia Eléctrica

DISCRETS

- Fabriques de peces de cotxes
- Electrodomèstics

BATCH/LOTS

- Forn
- Medicines
- Muntatge de cotxes
- Pa

Fabricació Rígida vs Flexible

RIGIDA

Producció de series llargues d'un nombre reduït de productes.

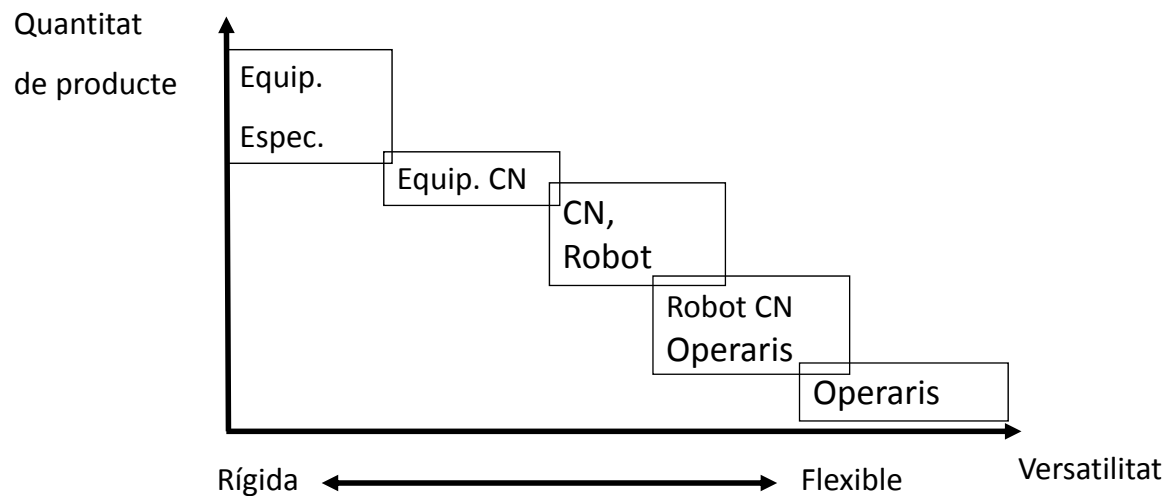
- Equipament específic
- Instal·lacions fixes
 - Alta producció
 - Inicialment car
 - Sense canvis (cars)

Flexible manufacturing system (FMS)

Producció de series curtes d'un nombre elevat de productes

- Equips reprogramables
 - Robots
 - CN
 - PLC
- Instal·lacions reconfigurables
 - Producció mitja i baixa
 - Cost inicial baix
 - Adaptable

Fabricació Rígida vs Flexible



Computer Integrated Manufacturing (CIM)

Possible definició:

“Estratègia dinàmica que integra persones, processos, informació, estructures i tecnologies per a proporcionar un mètode més eficaç de gestió i poder guanyar una o varies avantatges competitives per a la empresa”

Piràmide CIM



El flux de la informació és la clau del bon funcionament.

Flux Vertical

- Descendent → Peticions i ordres realitzades per un nivell superior.
- Ascendent → Informes sobre l'execució de les ordres rebudes.

Flux Horizontal

Intercanvi d'informació entre entitats dels mateix nivell

Nivell 0 – Maquinaria o Procés

Conjunt de subprocessos, maquinaria o dispositius en general, amb els que es realitzen les operacions elementals de producció ó interactuen amb el procés.

Aquests inclouen:

- Maquinaria: Fresadores, robots, controls numèrics, reactors, etc...
- Sensors, terminals, instruments de mesura, video càmeres, etc...
- Actuadors: Motors, Cilindres neumàtics, calefactores, etc...

Nivell 1 – Automatització o Camp

El constitueixen els elements de comandament i control de la maquinària i dispositius del nivell 0.

Entre ells trobem els Autòmats Programables o PLC's, microprocessadors, lògica cablejada, sistemes de control numèrics targetes de control, ordinadors industrials, etc...

Controla i recull informació directament del nivell 0, i proporciona l'estat al nivell 2.

Nivell 2 – Cèl·lula ó Supervisió

Troben els sistemes que realitzen la supervisió i control de la producció. S'utilitzen PCs industrials, PLCs de gamma alta, etc..., i en aquest nivell podem trobar els programes SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Tasques:

- Supervisió
- Adquisició i tractament de dades
- Control de qualitat
- Control de producció
- Gestió d'alarmes
- Coordinació del transport
- Aprovisionament de línies
- Manteniment correctiu i preventiu
- Control de les ordres de treball
- Programació a curt termini
- etc...

Emet ordres d'execució i rep l'estat del nivell 1.

Rep programes de producció, qualitat, manteniment... del nivell 3 i retorna les incidències (ordres de treball, estat de les màquines, estat de la producció,...) que succeeixen en la planta .

Nivell 3 – Planificació o Planta

Aquest nivell s'encarrega del disseny i la gestió en que s'estudien les ordres de producció que seguiran els nivells inferiors.

Realitza tasques de: programació de la producció, gestió de compres, anàlisis de costos de fabricació, control d'inventaris, gestió dels recursos, gestió de qualitat, gestió de manteniment, etc...

Proporciona programes al nivell 2 i, d'aquest, rep les incidències de la planta

Rep del nivell 4 informació sobre comandes en curs, previsions de vendes, informació d'enginyeria de (producte i procés),... I envia al nivell 4 informació sobre el compliment de programes, costos de fabricació, costos d'operació, canvis d'enginyeria, etc...

Nivell 4 – Corporatiu ó Factoria

Gestiona el funcionament complet de la empresa.

Les seves tasques poden ser: funcions administratives i financeres, gestió comercial i marketing, gestió de recursos humans, planificació estratègica, enginyeria del producte, enginyeria del procés, gestió de tecnologia, gestió de sistemes d'informació, recerca i desenvolupament (I+D), comunicar les diferents plantes, mantenir relacions amb proveïdors i clients, proporcionar les consignes bàsiques per al disseny i la producció de la empresa, etc...

Envia informació al nivell 3 sobre la situació comercial (comandes i previsions), informació d'enginyeria de producte i de procés, etc..., i rep del nivell 3 informació sobre el compliment de programes, costos de fabricació, costos d'operació, canvis d'enginyeria, etc...

Conclusions

- La automatització és un àrea de la enginyeria que integra diferents tecnologies para millorar la producció en las fàbriques i el confort de la gent.

Procesos de cambio de forma

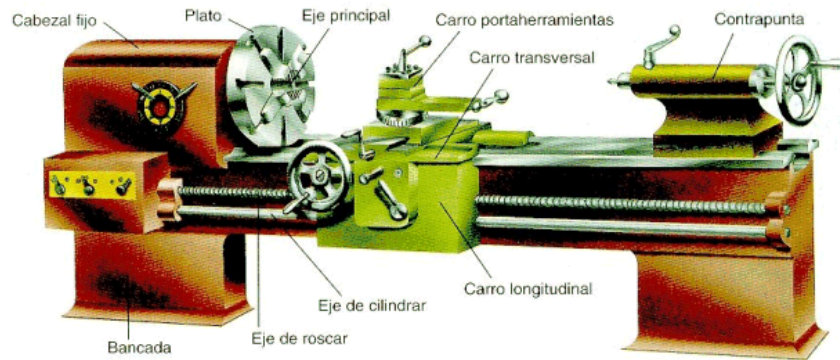
Cristobal Raya Giner

Sistemes de Producció Integrats (SPIN)

Maquinas herramienta

- Torno
- Taladradora
- Limadora
- Mortajadora
- Cepilladora
- Lijadora de banda
- Corte
 - Sierra mecanica
 - movimiento alternativo
 - movimiento rotativo
 - Por fluidos
 - Agua
 - Abrasivos
 - Plasma y láser
- Control Numérico (CNC)
- Maquinas transfer y centros de mecanizado

Torno



En esta máquina el arranque de viruta se produce al acercar la herramienta a la pieza en rotación, mediante el movimiento de ajuste.

Las principales operaciones son:

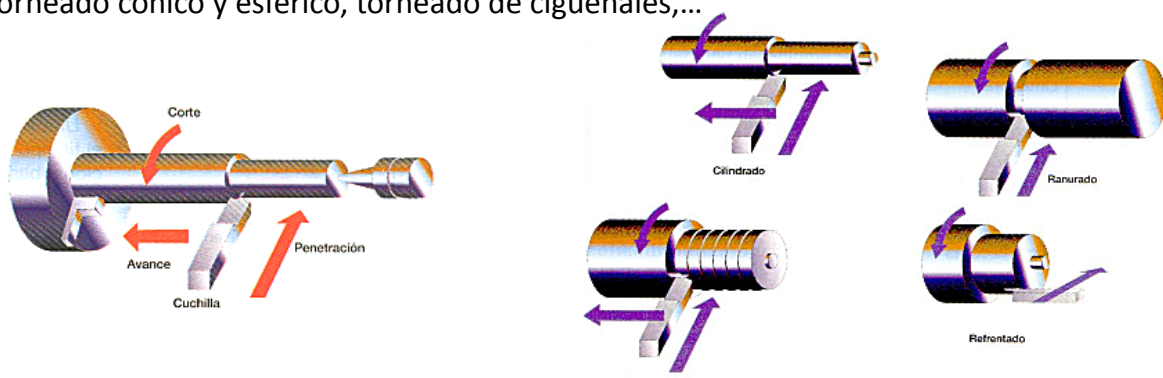
- **Cilindrado:** Se obtiene la generatriz de un cilindro mediante la composición de movimientos de corte y avance
- **Refrentado:** El movimiento de avance se realiza en un plano perpendicular al eje de giro generando una superficie plana perpendicular al cilindro.

Torno

Mediante la combinación del cilindrado y el refrentado se obtienen las operaciones derivadas:

- **Ranurado:** cilindrado en una franja estrecha
- **Tronzado:** refrentado en una sección intermedia hasta llegar a cortar la pieza
- **Roscado:** cilindrado con una velocidad de avance tal que entre dos secciones de corte consecutivas permanece un grueso de material sin cortar.

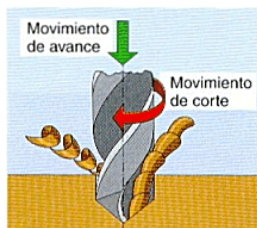
Además de las operaciones anteriormente expuestas, el torno puede realizar una gran variedad de operaciones tales como: rectificado, fresado, taladrado, torneado cónico y esférico, torneado de cigüeñales,...



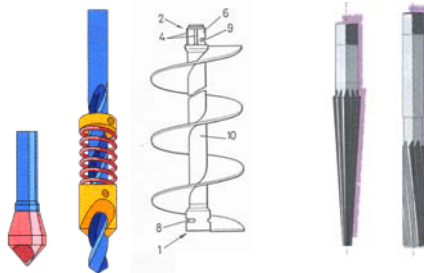
Taladradora

Con la taladradora se realiza un agujero con arranque de viruta con una broca adecuada al material y a la operación a realizar. Las principales operaciones son:

- Barrenado: consiste en un ensanchamiento en toda su longitud de un agujero previamente taladrado. Se realiza con una barrena que es parecida a una broca pero con la punta prácticamente plana.
- Penetrado: similar al barrenado pero el ensanchamiento solo es parcial.
- Avellanado: a diferencia del barrenado y penetrado en que el ensanchamiento es cilíndrico, el avellanado siempre es parcial y de forma cónica.
- Escariado: afinado más preciso de los agujeros con un escariador que es un cilindro de dientes dispuestos en su longitud



SPIN



Procesos de cambio de forma



5

Taladradora

Taladrado: Puede definirse como la operación de producir una perforación cuando se elimina metal de una masa sólida utilizando una herramienta de corte llamada broca espiral o helicoidal.

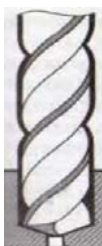
Avellanado: Es la operación de producir un ensanchamiento en forma de uso o cono en el extremo de una perforación.

Rimado: Es la operación de dimensionar y producir una perforación redonda y lisa a partir de una perforación taladrada o mandrinada previamente, utilizando una herramienta de corte con varios bordes de corte.

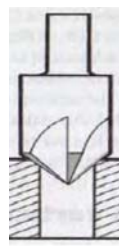
Mandrinado o torneado interior: Es la operación de emparejar y ensanchar una perforación por medio de una herramienta de corte de un solo filo, generalmente sostenida por una barra de mandrinado.

Careado para tuercas o refrentado: Es la operación de alisar y escuadrar la superficie alrededor de una perforación para proporcionar asentamiento para un tornillo de cabeza o una tuerca.

Roscado: Es la operación de cortar roscas internas en una perforación, con una herramienta de corte llamada machuelo. Se utilizan machuelos especiales de maquina o pistola, junto con aditamentos de roscado, cuando esta operación se realiza mecánicamente con una máquina



Taladrado.



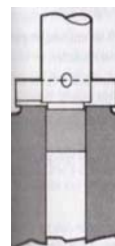
Avellanado.



Rimado.



Mandrinado.



Refrentado.



Roscado.

SPIN

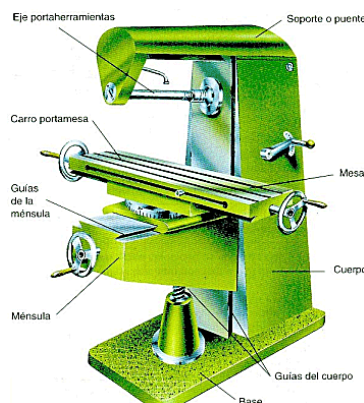
Procesos de cambio de forma

6

Fresadora

La fresadora es una máquina-herramienta con movimiento de corte circular, en el que la herramienta (fresa) presenta un corte múltiple. El trabajo se caracteriza porque el material cambia continuamente de forma durante el mismo y el contacto de la herramienta es intermitente.

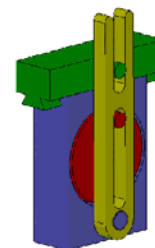
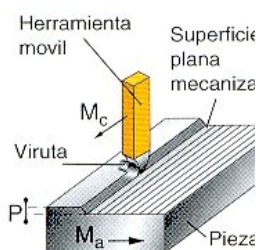
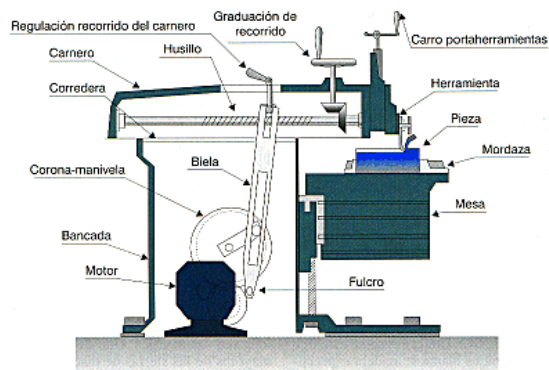
El movimiento principal de corte lo realiza la fresa, mientras el de avance y penetración en general lo realiza la pieza. Por fresado pueden obtenerse piezas muy diversas: superficies planas. curvas. roscas, ranuras. dientes de engranajes, etc.



Limadora

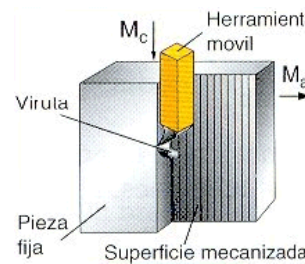
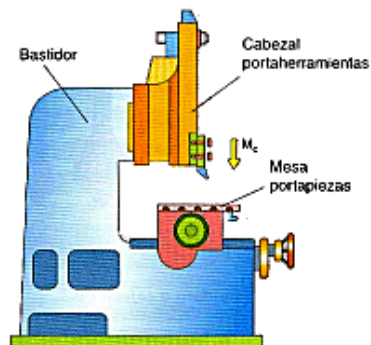
La limadora mecánica es una máquina herramienta para el mecanizado de piezas por arranque de viruta, mediante el movimiento lineal alternativo de la herramienta o movimiento de corte.

Los movimientos fundamentales para arrancar la viruta son: movimiento principal de corte, lo posee la herramienta que se fija a un carro o carnero; movimiento de avance, lo posee la pieza por medio de la mesa; movimiento de ajuste, lo posee la herramienta por medio del carro portaherramientas.



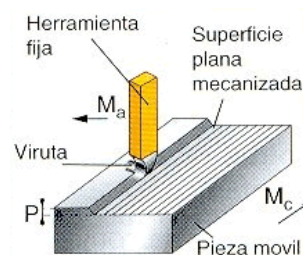
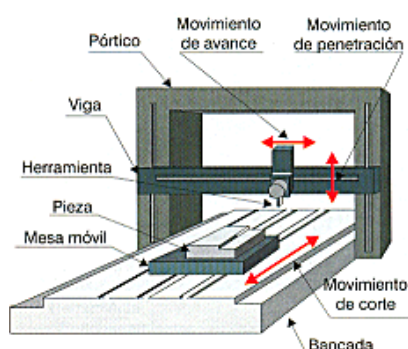
Mortajadora

Su trabajo es similar al de las limadoras, de las que se diferencia en que el movimiento de la herramienta es vertical. Por lo general se destinan al mecanizado lineal en el interior de agujeros (ranurados para chavetas, dentados interiores, etc..).



Cepilladora

Sustituye a la limadora en el caso de que las piezas sean de grandes dimensiones, ya que ésta no tiene capacidad para mecanizarlas. Por tanto para mecanizar superficies planas de piezas de grandes dimensiones (bancadas de máquinas-herramientas, bloques de motores marinos, etc...) se utilizan las cepilladoras. En estas máquinas, al contrario que en las limadoras, el movimiento de corte se le comunica a la pieza, mediante la mesa portapiezas, mientras que los movimientos de avance y profundidad de corte, se le comunican a la herramienta.



Lijadora de banda

La lijadora de banda es una máquina que se usa para un rápido lijado de madera y otros materiales. Consiste de un motor eléctrico que gira un par de tambores sobre los cuales se monta una pieza de papel de lija continua. Puede ser tanto portátil (donde la lijadora se mueve sobre el material) como estacionaria (fija), en estas últimas el material se mueve sobre la lija.

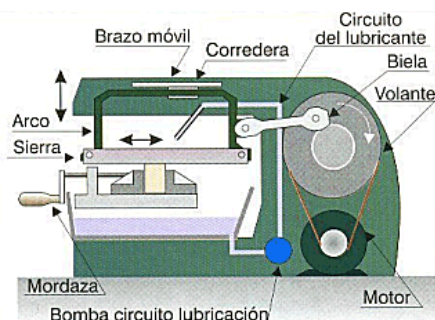


Sierras de corte

El serrado se emplea para cortar o tronzar materiales y para entallar ranuras.

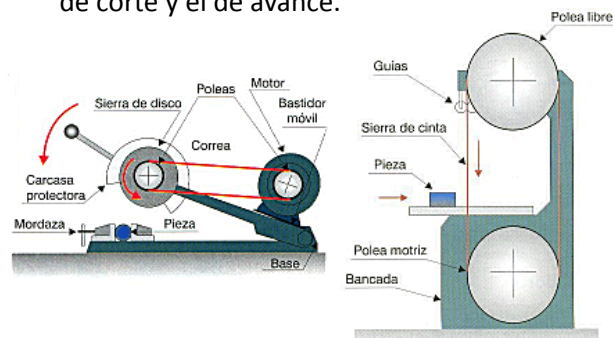
SIERRA MECÁNICA CON MOVIMIENTO ALTERNATIVO

La máquina consta de una pequeña bancada horizontal, donde se coloca la pieza que se ha de cortar, y de un arco de sierra, dotado de un movimiento alternativo, utilizando para ello un mecanismo de bielamanivela. En la sierra alternativa los movimientos de corte, avance y penetración los realiza la herramienta, permaneciendo inmóvil la pieza.



SIERRA MECÁNICA CON MOVIMIENTO ROTATIVO

Pueden ser de cinta continua de disco. En el primer caso se trata de una lámina de acero con dentado en una de sus orillas y que gira de forma continua apoyada en dos grandes ruedas, el movimiento de corte lo produce la lámina y en de avance lo realiza la pieza. En el segundo caso se trata de un disco con dentado en su periferia que dispone de los dos movimientos, el de corte y el de avance.

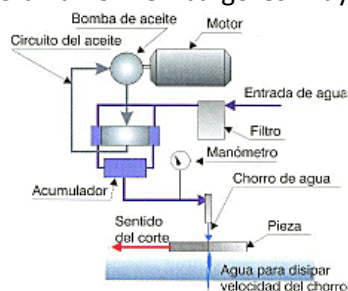


Otros procedimientos de corte muy empleados hoy en día son el chorro de agua, chorro de abrasivos, ultrasonidos, plasma o por electroerosión.

CORTE POR CHORRO DE AGUA

El proceso consiste en lanzar un chorro de agua con presión de hasta 4000 bar y velocidades hasta 3 veces la del sonido, que al chocar contra el material, éste es arrastrado a consecuencia de la fuerza del agua.

Este procedimiento tiene grandes ventajas sobre otros: no genera calor, el corte queda exento de rebabas, y no requiere herramientas que se tengan que afilar. Sin embargo es muy ruidoso.



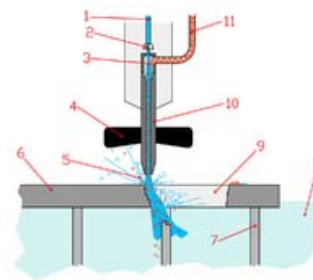
SPIN

Procesos de cambio de forma

13

CORTE POR ABRASIVOS

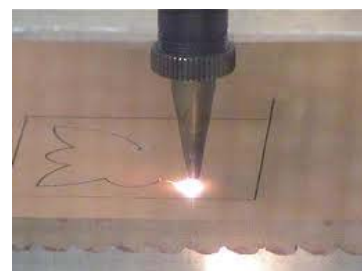
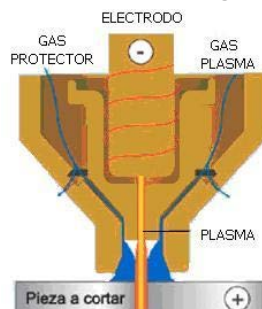
Es una variante del chorro de agua, en el que se utiliza un abrasivo (normalmente carburo de silicio u óxido de aluminio) en forma de polvo fino, arrastrado por un chorro de aire (o agua) a alta presión, que al chocar contra el material a mecanizar le provoca una erosión.



Corte por plasma y láser

El fundamento del corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 30.000 °C, llevando el gas utilizado hasta el cuarto estado de la materia, el plasma, estado en el que los electrones se disocian del átomo y el gas se ioniza (se vuelve conductor). El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de cortar.

El corte con láser es una técnica empleada para cortar piezas de chapa caracterizada en que su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo.



SPIN

Procesos de cambio de forma

14

Control numérico

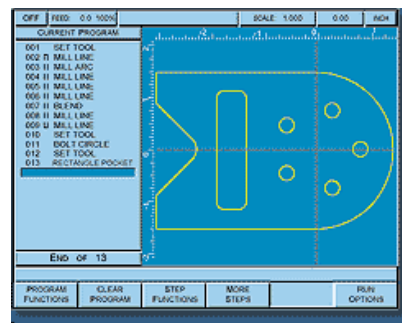
El control numérico (CN) es un sistema de automatización de máquinas herramienta, ya sean simples o compuestas, que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante volantes o palancas.

Está basado en un sistema para dirigir y controlar las funciones de la máquina por medio de una información en forma numérica, controlando las operaciones de programar, gobernar, dirigir, mandar, sincronizar...

Las dimensiones de las piezas a mecanizar vienen dadas por números o cotas. La máquina de control numérico entiende estos números directamente, sin intervención del hombre, con lo que se consigue reducir trabajo y costes y desaparecen los errores humanos de preparación y ejecución. Se utilizan para producir piezas automáticamente, especialmente en series cortas y medianas.



SPIN



Procesos de cambio de forma

15

MÁQUINA TRANSFER Y CENTROS DE MECANIZADO

Esta máquina es una variante de la automatización en la producción mecánica. No se trata de unas máquinas concretas (torno, fresadora, etc..), sino de unas máquinas especiales, con una serie de cabezales autónomos o unidades de trabajo que, sincronizados entre sí, permiten la mecanización de grandes series de piezas a costes relativamente pequeño.

Su nombre proviene de la forma característica de trabajo o sea, la pieza, automáticamente, se va desplazando a diferentes estaciones, quedando estática en cada una de ellas el tiempo suficiente para que la unidad de trabajo correspondiente realice su operación, para continuar su camino hasta la próxima parada y así sucesivamente, hasta quedar totalmente terminada.

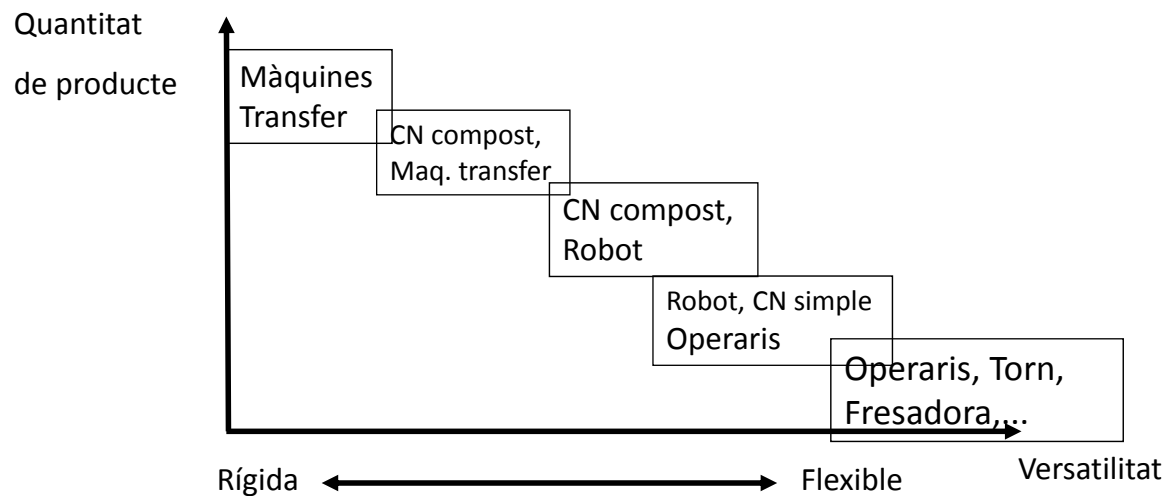


SPIN

Procesos de cambio de forma

16

Fabricació Rígida vs Flexible



Deformación

La deformación es únicamente uno de los diversos procesos que pueden usarse para obtener formas intermedias o finales en el metal.

El estudio de la plasticidad está comprometido con la relación entre el flujo del metal y el esfuerzo aplicado. Si ésta puede determinarse, entonces las formas más requeridas pueden realizarse por la aplicación de fuerzas calculadas en direcciones específicas y a velocidades controladas.

Algunas de las operaciones de deformación son:

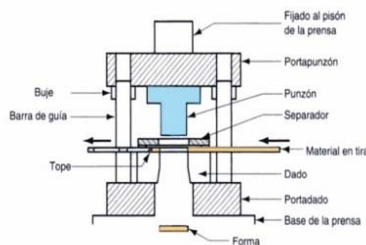
- Embutido
- Laminado
- Forjado
- Estirado
- Extrusión
- Trefilado
- Cizallado
- Doblado

TROQUEL

Se le llama troquel a la herramienta o molde que, montada en una prensa permite realizar operaciones diversas tales como: cizallado, corte de sobrante, doblado, picado, perforado, estampado, embutido, marcado, rasurado, etc... De forma genérica se denominan acciones de troquelado.

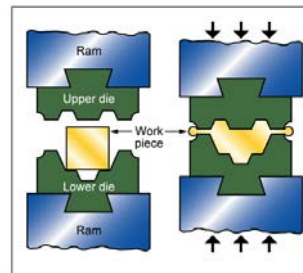
Los troqueles puede ser de tres tipos:

- **Simples:** Estos troqueles permiten realizar solamente una operación en cada golpe del ariete o carnero, son de baja productividad y normalmente es necesario el uso de otros troqueles para poder concluir una pieza y considerarla terminada.
- **Compuestos:** Estas herramientas permiten aprovechar la fuerza ejercida por el ariete realizando dos o más operaciones en cada golpe y agilizando así el proceso.
- **Progresivos:** Estos troqueles constan de diferentes etapas o pasos, cada uno de ellos modifica el material en una determinada secuencia establecida por el diseñador (secuencia de corte), de tal manera que al final se obtiene una pieza o piezas terminadas.



SPIN

Procesos de cambio de forma

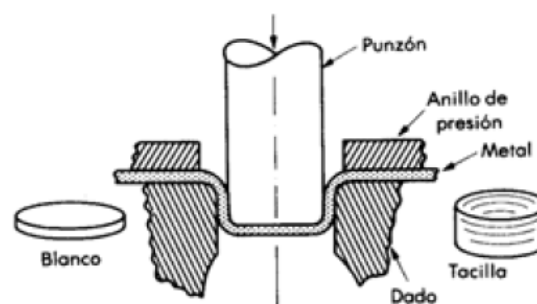


19

Embutido

El embutido profundo es una extensión del prensado en la que a un tejo de metal, se le da una tercera dimensión considerable después de fluir a través de un dado. El prensado simple se lleva a cabo presionando un trozo de metal entre un punzón y una matriz, así como al indentar un blanco y dar al producto una medida rígida. Latas para alimentos y botes para bebidas, son los ejemplos más comunes.

Este proceso puede llevarse a cabo únicamente en frío. Cualquier intento de estirado en caliente, produce en el metal un cuello y la ruptura.



SPIN

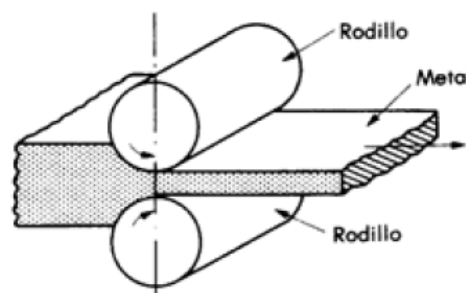
Procesos de cambio de forma

20

Laminado

Este es un proceso en el cual se reduce el espesor del material pasándolo entre un par de rodillos rotatorios. Los rodillos son generalmente cilíndricos y producen productos planos tales como láminas o cintas. También pueden estar ranurados o grabados sobre una superficie a fin de cambiar el perfil, así como estampar patrones en relieve.

Este proceso de deformación puede llevarse a cabo, ya sea en caliente o en frío. El trabajo en caliente es usado muy ampliamente porque es posible realizar un cambio en forma rápida y barata. El laminado en frío se lleva a cabo por razones especiales, tales como la producción de buenas superficies de acabado o propiedades mecánicas especiales. Se lamina más metal que el total tratado por todos los otros procesos.



SPIN

Procesos de cambio de forma

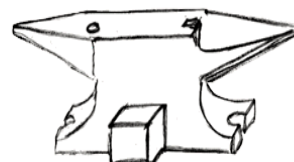
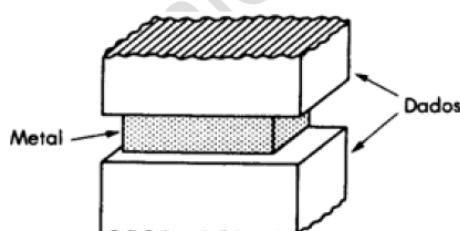
21

Forjado

En el caso más simple, el metal es comprimido entre martillo y un yunque y la forma final se obtiene girando y moviendo la pieza de trabajo entre golpe y golpe. Para producción en masa y el formado de secciones grandes, el martillo es sustituido por un martinete o dado deslizante en un bastidor e impulsado por una potencia mecánica, hidráulica o vapor.

Si bien, el forjado puede realizarse ya sea con el metal caliente o frío, el elevado gasto de potencia y desgaste en los dados, así como la relativamente pequeña amplitud de deformación posible, limita las aplicaciones del forjado en frío. El forjado en caliente mejora las propiedades mecánicas, afina el grano y elimina cavidades, poros, sopladuras, etc...

Es el método de formado de metal más antiguo y hay muchos ejemplos que se remontan hasta 1000 años A. C.



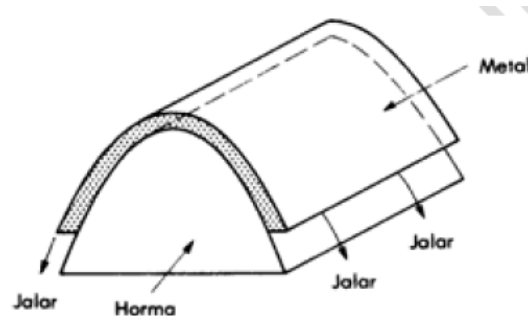
SPIN

Procesos de cambio de forma

22

Estirado

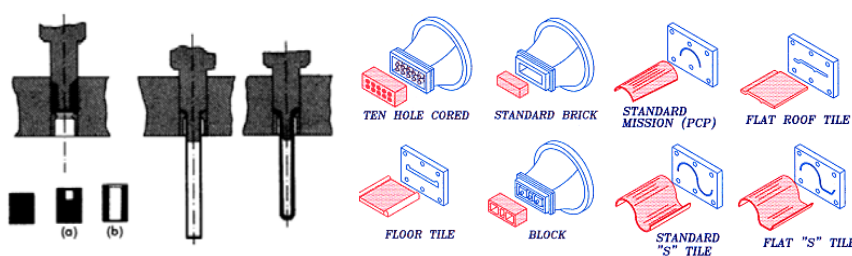
Este es esencialmente un proceso para la producción de formas en hojas de metal. Las hojas se estiran sobre hormas conformadas en donde se deforman plásticamente hasta asumir los perfiles requeridos. Es un proceso de trabajo en frío y es generalmente el menos usado de todos los procesos de trabajo.



Extrusión

La extrusión es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. Las dos ventajas principales de este proceso por encima de procesos manufacturados son la habilidad para crear secciones transversales muy complejas y el trabajo con materiales que son quebradizos, porque el material solamente encuentra fuerzas de compresión y de cizallamiento. También las piezas finales se forman con una terminación superficial excelente.

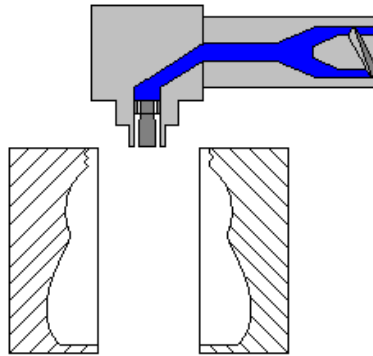
La extrusión puede ser continua (produciendo teóricamente de forma indefinida materiales largos) o semicontinua (produciendo muchas partes). El proceso de extrusión puede hacerse con el material caliente o frío.



Extrusión-Soplado

Una aplicación de la extrusión muy utilizada en conjunción con otros procesos, es la de fabricación de botellas de plástico. La extrusión plástica normalmente usa bolitas, astillas plásticas o pellets. La resina del polímero es calentada hasta el estado de fusión por resistencias que se encuentran en el cañón de la extrusora y el calor por fricción proveniente del tornillo de extrusión (husillo). El husillo fuerza a la resina a pasar por el cabezal dándole la forma deseada (lámina, cilíndrica, tiras, etc.).

El moldeo por extrusión soplado es un proceso de soplado en el que la preforma es una manga tubular, conformada por extrusión, llamada párison, el cual se cierra por la parte inferior de forma hermética debido al pinzamiento que ejercen las partes del molde al cerrarse, posteriormente se sopla, se deja enfriar y se expulsa la pieza.

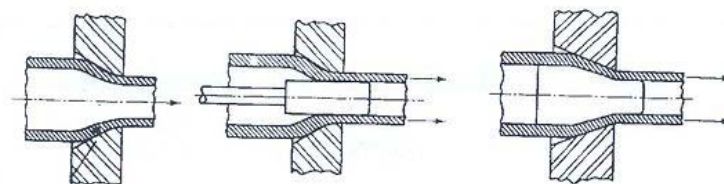


SPIN

25

Trefilado

Se entiende por trefilar a la operación de conformación en frío consistente en la reducción de sección de un alambre o varilla haciéndolo pasar a través de un orificio cónico practicado en una herramienta llamada hilera o dado. Los materiales más empleados para su conformación mediante trefilado son el acero, el cobre, el aluminio y los latones, aunque puede aplicarse a cualquier metal o aleación dúctil.



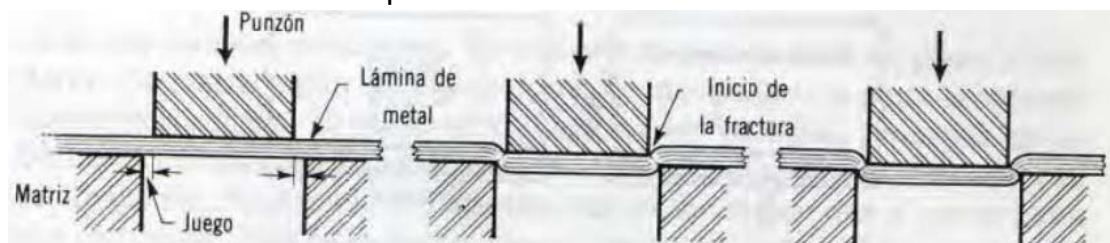
Trefilado de tubos: simple, con mandril fijo, con mandril flotante

SPIN

Procesos de cambio de forma

26

El cizallado trata del corte mecánico de metales en forma de chapa o plancha sin producción de viruta (proceso sin residuo), ni empleo de soplete u otro método de fusión. Cuando las dos cuchillas son rectas, la operación se llama cizallado. Otras operaciones donde las cuchillas tienen forma curva de los bordes de punzones y matrices, reciben nombres diferentes, tales como troquelado, punzonado, ranurado, rasurado y desbarbado, pero básicamente todas son cizallado. El proceso consiste en un punzón (cuchilla superior) descendiendo sobre el metal, éste se deforma plásticamente sobre la matriz (cuchilla inferior). El punzón penetra en el metal y consiguientemente, la cara opuesta de éste se combe levemente y se corre hacia la matriz. Cuando la ductilidad y resistencia del material llega a su límite por la tensión aplicada, excede la resistencia de la cizalladura y el metal se cizalla o rompe bruscamente a través del espesor restante.



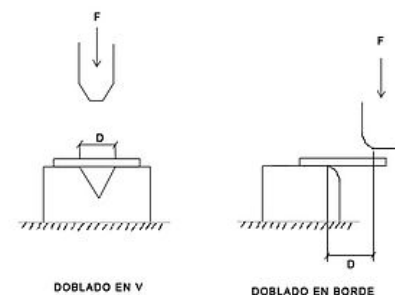
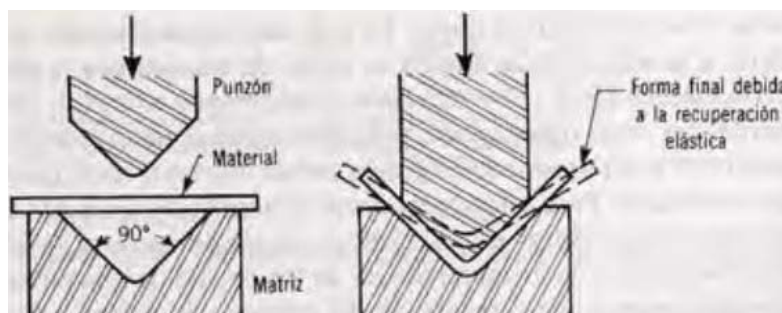
SPIN

Procesos de cambio de forma

27

Se puede efectuar con el mismo equipo que se usa para corte, esto es, prensas operadas con manivela, excéntrico y leva. En donde esté considerado el doblado, el metal se somete a esfuerzos tanto en tensión como de compresión con valores inferiores a la resistencia límite del material, sin un cambio apreciable del espesor. A consecuencia de este estado de tracción-compresión el material tenderá a una pequeña recuperación elástica. Por tanto, si queremos realizar un doblado tendremos que hacerlo en un valor superior al requerido para compensar dicha recuperación elástica.

Según como se realice el proceso de Doblado podemos distinguir entre Doblado en borde y Doblado en V



SPIN

Procesos de cambio de forma

28

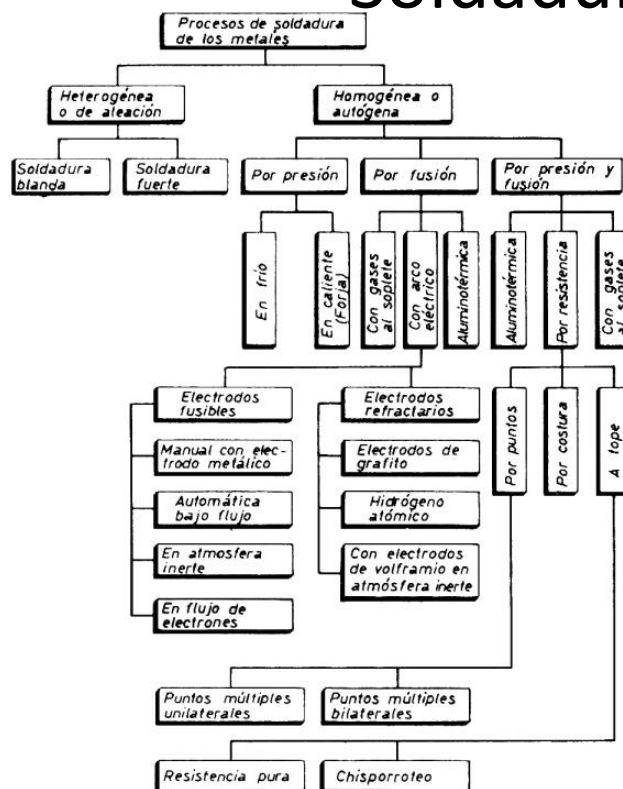
Se pueden distinguir primeramente los siguientes tipos de soldadura:

- Soldadura heterogénea.

Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza, con o sin metal de aportación: o entre metales iguales, pero con distinto metal de aportación. Puede ser blanda o fuerte.

- Soldadura homogénea.

Los materiales que se sueldan y el metal de aportación, si lo hay, son de la misma naturaleza. Puede ser oxiacetilénica, eléctrica (por arco voltaico o por resistencia), etc. Si no hay metal de aportación, las soldaduras homogéneas se denominan autógenas, de manera que se unen cuerpos de igual naturaleza por medio de la fusión de los mismos; así, al enfriarse, forman un todo único.



Soldadura heterogénea

Soldadura blanda

Esta soldadura de tipo heterogéneo se realiza a temperaturas por debajo de los 400 °C.

El material metálico de aportación más empleado es una aleación de estaño y plomo, que funde a 230 °C aproximadamente.



SPIN

Soldadura fuerte

También se llama dura o amarilla. Es similar a la blanda, pero se alcanzan temperaturas de hasta 800 °C. Como metal de aportación se suelen usar aleaciones de plata, y estaño (conocida como soldadura de plata); o de cobre y cinc. Como material fundente para cubrir las superficies, desoxidándolas, se emplea el bórax. Un soplete de gas aporta el calor necesario para la unión. Por lo general, una soldadura fuerte es más resistente que el mismo metal que une.



Procesos de cambio de forma

31

Soldadura por presión

La soldadura en frío es un tipo de soldadura donde la unión entre los metales se produce sin aportación de calor. Puede resultar muy útil en aplicaciones en las que sea fundamental no alterar la estructura o las propiedades de los materiales que se unen.

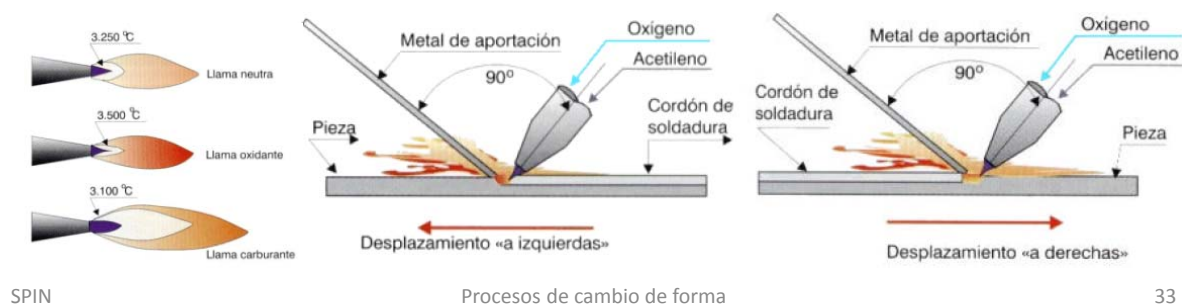
Se puede realizar de las siguientes maneras:

Por presión en frío o en caliente. Consiste en limpiar concienzudamente las superficies que hay que unir; y, tras ponerlas en contacto, aplicar una presión sobre ellas hasta que se produzca la unión. Un ejemplo de soldadura por presión en caliente es el de soldadura de fragua practicado durante siglos por herreros y artesanos; los metales se calientan en un horno y se unen a golpes de martillo.

Por fricción. Se hace girar el extremo de una de las piezas y, después, se pone en contacto con la otra. El calor producido por la fricción une ambas piezas por deformación plástica.

La soldadura oxiacetilénica es la forma más difundida de soldadura autógena. No es necesario aporte de material. Este tipo de soldadura puede realizarse con material de aportación de la misma naturaleza que la del material base (soldadura homogénea) o de diferente material (heterogénea) y también sin aporte de material (soldadura autógena). Si se van a unir dos chapas metálicas, se colocan una junto a la otra. Se procede a calentar rápidamente hasta el punto de fusión solo la unión y por fusión de ambos materiales se produce una costura.

Para lograr una fusión rápida (y evitar que el calor se propague) se utiliza un soplete que combina oxígeno (como comburente) y acetileno (como combustible). Se alcanzan temperaturas del orden de los 3500 °C

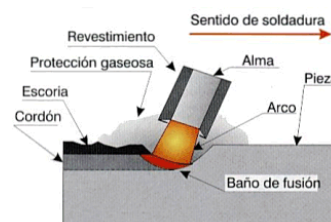


SPIN

Procesos de cambio de forma

33

La soldadura por arco eléctrico, a veces llamada soldadura electrógena se caracteriza, por la creación y mantenimiento de un arco eléctrico entre una varilla metálica llamada electrodo, y la pieza a soldar. El electrodo recubierto está constituido por una varilla metálica a la que se le da el nombre de alma o núcleo, generalmente de forma cilíndrica, recubierta de un revestimiento de sustancias no metálicas, cuya composición química puede ser muy variada, según las características que se requieran en el uso. El revestimiento puede ser básico, rutílico y celulósico. Para realizar una soldadura por arco eléctrico se induce una diferencia de potencial entre el electrodo y la pieza a soldar, con lo cual se ioniza el aire entre ellos y pasa a ser conductor, de modo que se cierra el circuito. El calor del arco funde parcialmente el material de base y funde el material de aporte, el cual se deposita y crea el cordón de soldadura.



SPIN

Procesos de cambio de forma

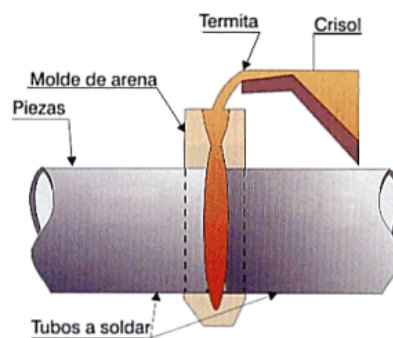
34

Soldadura aluminotèrmica

La soldadura aluminotèrmica o con termita, utilitza com a font de calor per a fundir els bordes de les peces a unir i metall de aportació el ferro líquid i sobrecalentat que se obté de la reacció química que es produeix entre el òxid de ferro i l'alumini de la qual se obté l'alúmina (òxid d'alumini), ferro i una molt alta temperatura.

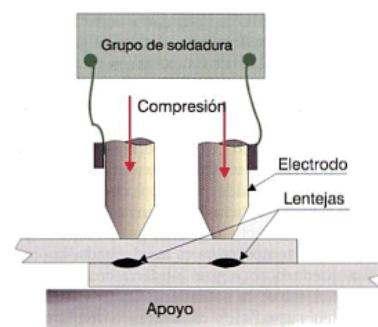
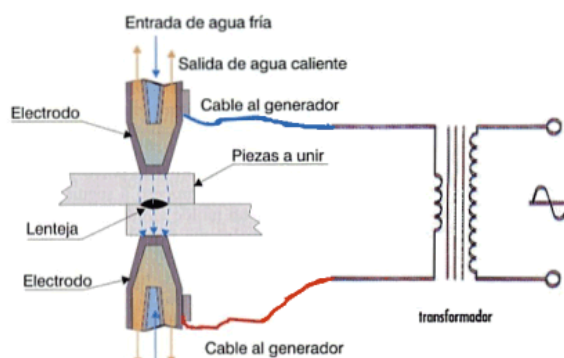
L'alúmina forma una escoria en la part superior de la unió evitant la oxidació.

Per a efectuar la soldadura es realitza un molde de arena al voltant de la zona de soldadura i es vert el metall fundit en ell.



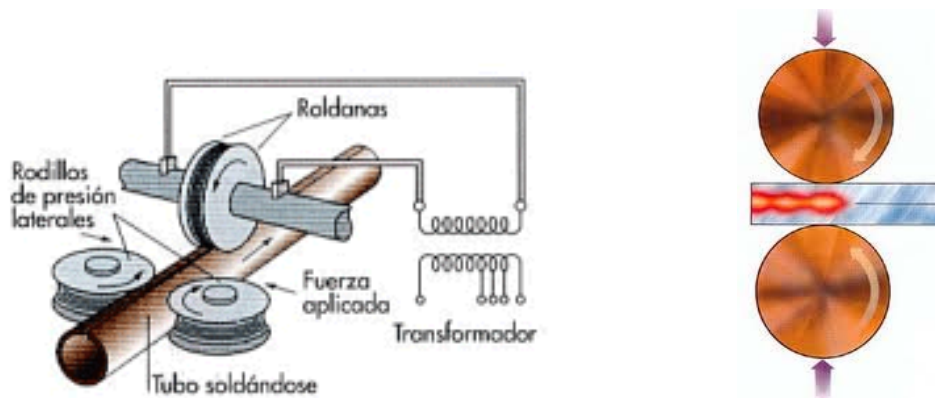
Soldadura por puntos

Las piezas -generalmente chapas- quedan soldadas por pequeñas zonas circulares aisladas y regularmente espaciadas que, debido a su relativa pequeñez, se denominan puntos. Las chapas objeto de unión se sujetan por medio de los electrodos y, a través de ellos, se hace pasar la corriente eléctrica para que funda los puntos. Cuando se solidifican, la pieza queda unida por estos puntos, cuyo número dependerá de las aplicaciones y de las dimensiones de las chapas que se unen.



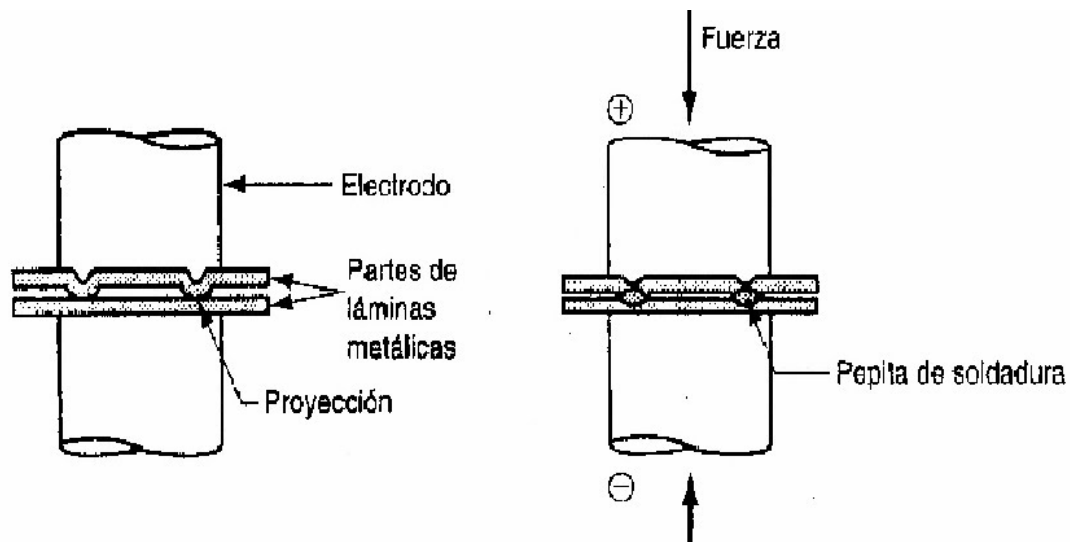
Soldadura por costura

Es una serie de soldaduras por puntos en forma continua hechos por un electrodo circular que rueda sobre las piezas a unir al mismo tiempo que se aplica una tensión eléctrica y una fuerza mecánica.



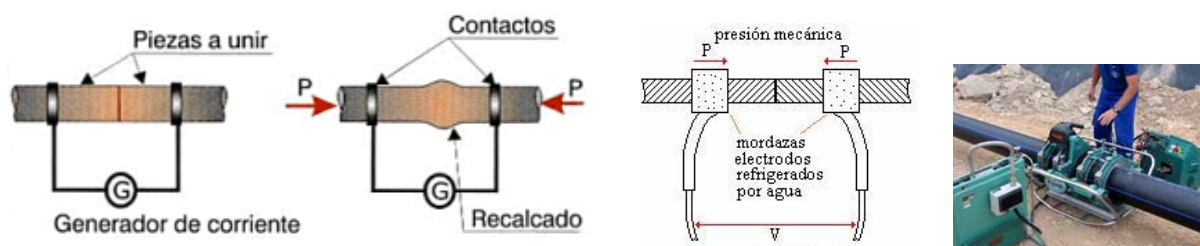
Soldadura por proyección

Produce una soldadura por el calor obtenido de una resistencia al flujo de la corriente de soldadura. Las soldaduras resultantes son localizadas en puntos determinados por proyección, repujados o intersecciones



Soldadura a tope

Las dos piezas que hay que soldar se sujetan entre unas mordazas por las que pasa la corriente, las cuales están conectadas a un transformador que reduce la tensión de red a la de la soldadura. Las superficies que se van a unir, a consecuencia de la elevada resistencia al paso de la corriente que circula por las piezas, se calientan hasta la temperatura conveniente para la soldadura. En este momento se interrumpe la corriente, y se aprietan las dos piezas fuertemente una contra otra.



Soldadura por chispa

La soldadura por chisporroteo o chispa, es similar a la soldadura al tope, con la diferencia que en este caso se colocan las piezas en contacto ligero sin presionar y se hace circular la corriente; luego se separan levemente una pequeña distancia para producir el chisporroteo del arco eléctrico que forma la corriente al seguir circulando a través del espacio entre ambas superficies con lo que aumenta la temperatura fundiéndose el metal de las superficies en contacto. Luego de obtenido el estado casi líquido del metal, se desconecta la corriente, se aplica una presión con lo que se obliga a despedir el mismo y se realiza la soldadura en el metal en estado pastoso que está detrás del fundido.

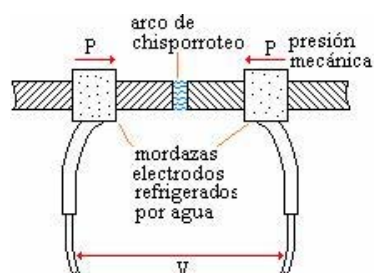


Fig.3.30

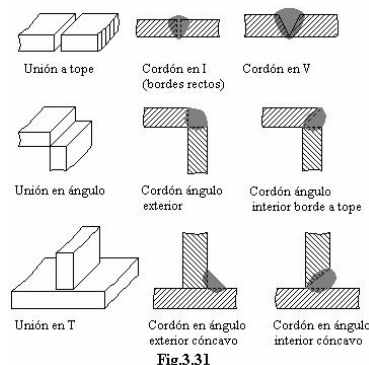
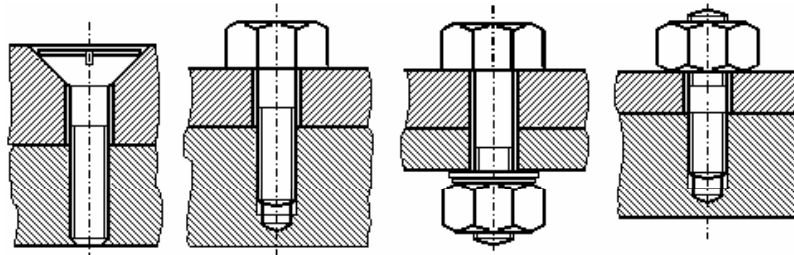


Fig.3.31

Uniones Movibles (tornillos de fijación)

El tornillo es el elemento más empleado en estas clases de unión. Se trata de un perno o cilindro con resaltos en forma helicoidal que forma la rosca del tornillo, que le permite penetrar sujetando dos o más piezas, o con otro elemento adicional, la tuerca, la que también tiene una rosca interna de la misma característica que la del tornillo y en la cual se enrosca este último.



Sistemes de Transport

Cristobal Raya Giner
R.Planas / J.C.Hernandez

Sistemes de Producció Integrats (SPIN)

Sistemes de Transport

- El fluxe de material (sigui de la tipologia que sigui) ha de ser controlat tant a nivell 'intra' com 'inter'-departamental
- Els departaments s'assimilen a illes de producció on cada una d'elles disposa del seu propi sistema de transport
- Els departaments poden diferir entre sí tant pel grau d'automatització com pel grau d'integració que han assolit

Sistemes de Transport

- En un entorn productiu el que s'intenta és afegir el màxim valor possible als materials i és clar que *cap valor és afegit* pel fet de només moure els materials a través de la planta.
- Els sistemes de transport es veuen, avui en dia, com una part integrant del procés productiu global.

Sistemes de Transport

- En un entorn productiu el que s'intenta és afegir el màxim valor possible als materials i és clar que *cap valor és afegit* pel fet de només moure els materials a través de la planta.
- Els sistemes de transport es veuen, avui en dia, com una part integrant del procés productiu global.

Sistemes de Transport

- El sistema de transport actúa com un sistema 'circulatori' a través de la planta, distribuïnt per totes dels cel·les de la planta, materials d'importancia vital pel seu funcionament.
- El sistema de transport ha de poder adquirir dades i comunicar-se amb d'altres elements productius.

Sistemes de Transport

- Amb els mètodes tradicionals de transport, n'hi havia prou amb ordenar *'moure la comanda X al Departament Y'*. Avui en dia és molt important guardar la posició i l'orientació de les peces subministrades, ja que sovint alimentaran a màquines automàtiques.
- Els sistemes de transport ha de garantir doncs: *el manteniment de la posició i l'orientació fixades, l'entrega del producte correcte, les condicions d'entrega, la quantitat i el temps d'entrega*

Sistemes de Transport

- En el disseny del sistema de transport cal fer-se una sèrie de preguntes:
 - Quin material està involucrat en el procés?
 - On es mou i quan es mou el material?
 - Qui mou el material i com?
 - Com es monitoritza el procés?
 - Quin camí ha de recórrer del material?

Sistemes de Transport

- *Point of use Storage*: els materials són transportats directament de centre de treball a centre de treball en lloc de portar-los a una àrea d'emmagatzematge entre operacions de producció. Aquest concepte redueix el nombre de moviments i a més a més redueix els inventaris.
- *Unit Load*: la unitat de càrrega d'un tipus de producte és la quantitat d'aquest producte que és transportat com un únic item. Això reporta estalvis importants en l'esforç de manipular materials.



Sistemes de Transport

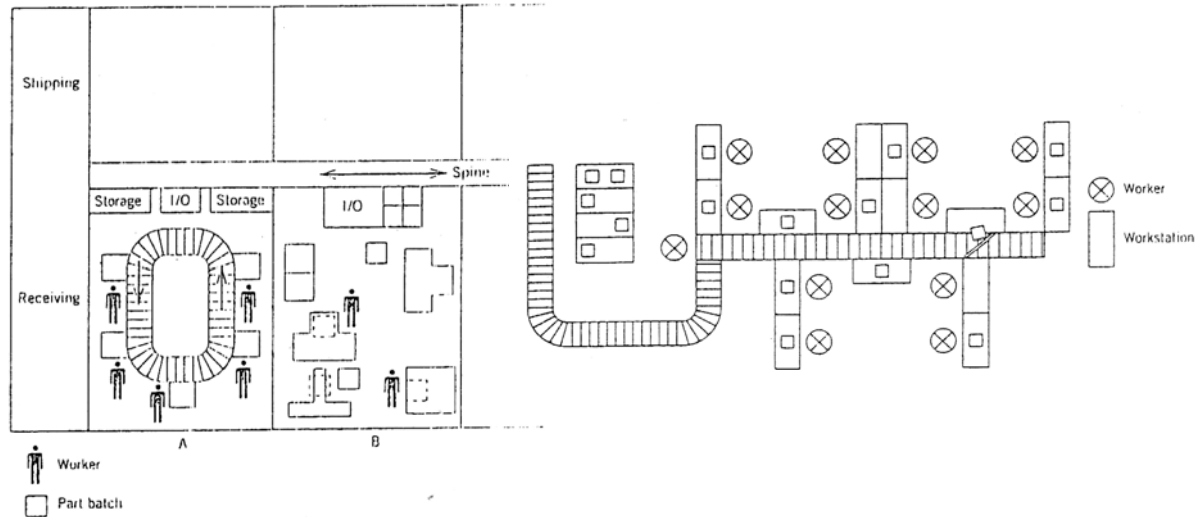
- Un pallet és un exemple típic de Unit Load
- L'agregació d'items redueix també el risc de danys durant el moviment
- La utilització d'Unitats de Càrrega permet la utilització de sistemes estàndards de manipulació de materials (europallets, etc...)
- Com a desavantatge cal notar la necessitat de retornar els pallets o containers buits al punt de sortida

Sistemes de Transport

- La Unitat de Càrrega NO hauria de ser major que la grandària del lot que pot processar la següent etapa
- La Unitat de Càrrega depèn del layout de la planta:
 - Quan els productes són transferits entre màquines adjacents pot resultar més econòmica la transferència unitària.
 - Quan la transferència del producte involucra distàncies més llargues es fa necessària la utilització de la unitat de càrrega

Sistemes de Transport

- Conveyors: Cintes de transport



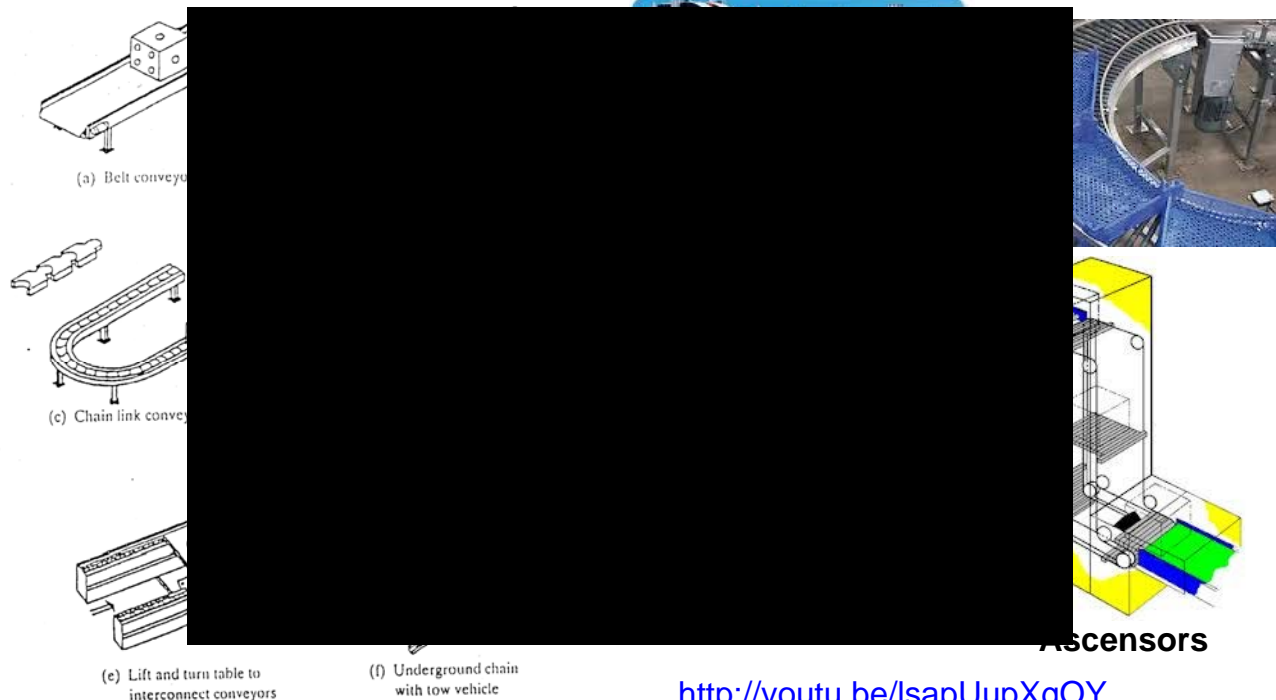
Conveyors

- Utilitzats per moure materials de grandària i pes relativament uniformes
- Treballen amb un rang de freqüències de moderades a altes
- Realitzen el transport entre un conjunt de posicions especificades sobre un camí fixat
- Poden ser aprofitats també com a posicionadors (centradors,...) de les peces que transporten

Conveyors

- Una característica a definir a l'hora d'escollir un conveyor és el tipus de superfície que suporta el producte a transportar (cintes, rodets, rodes, ...)
- Poden ser no accionats, accionats per gravetat o accionats elèctricament o pneumàticament
- Poden moure's de forma continua, intermitent o assíncronament

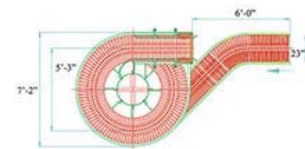
Conveyors



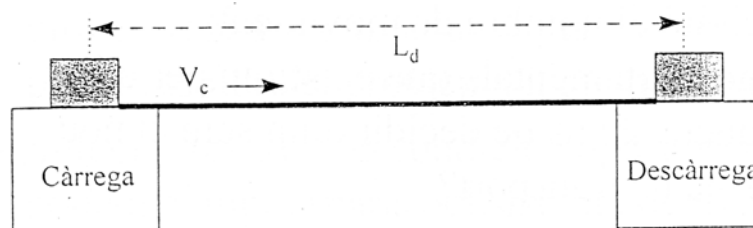
Conveyors

Es distingeixen tres casos d'estudi:

- Single Direction Conveyor
- Continuous Loop Conveyor
- Recirculating Conveyor



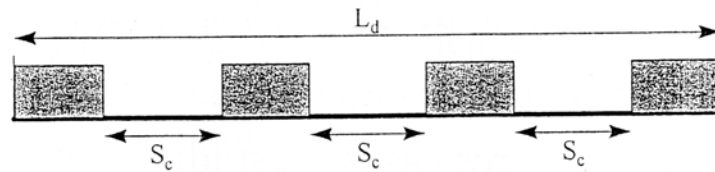
Conveyors: Single direction conveyor



- T_p = temps transport peces entre estacions
- V_c = velocitat del conveyor
- L_d = distància recorreguda pel transport

$$T_p = \frac{L_d}{V_c}$$

Conveyors: Single direction conveyor

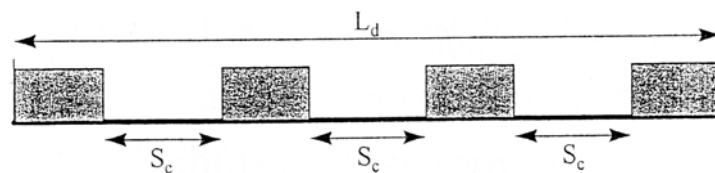


- T_L = temps necessari per carregar el conveyor
- S_c = espai entre unitats de càrrega (items, pallets, etc.), suposa equiespaiades
- R_f = ratio del flux de les peces sobre el conveyor

$$R_f = \frac{V_c}{S_c} \leq \frac{1}{T_L}$$

Ratio de peces sobre conveyor ha de ser menor que el n° de peces que es poden carregar per unitat de temps

Conveyors: Single direction conveyor

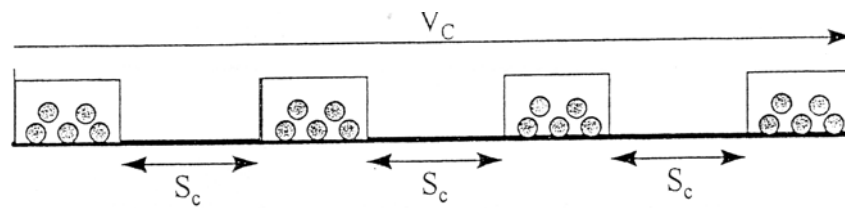


- T_U = temps de descàrrega del conveyor

$$T_U < T_L$$

- Si $T_U > T_L \rightarrow$ ENCUAMENTS!!!
 \rightarrow caldrà reduir la velocitat del conveyor

Conveyors: Single direction conveyor



- Si cada container que viatja pel conveyor porta n_p items, el ratio de flux de peces sobre el conveyor serà:

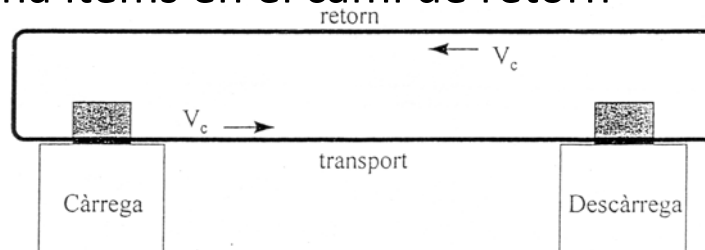
$$R_f = \frac{n_p V_c}{S_c} \leq \frac{n_p}{T_L}$$

Conveyors: Single direction conveyor

Aquest tipus de transport té una eficiència relativament alta, ja que no hi ha congestió de tràfic sobre el conveyor, no hi ha containers buits viatjant i el conveyor no ha de parar per fer la càrrega/descàrrega

Conveyors: Continuous Loop Conveyor

Porta items de la zona de càrrega a la de descàrrega, però no hi ha items en el camí de retorn



- L_d = distància recorreguda pel transport
- L_e = distància recorreguda pel retorn
- $L_d + L_e$ = distància total recorreguda pel conveyor (càrrega a descàrrega)
- T_r = temps de recorregut total

$$T_r = \frac{L_d + L_e}{V_c}$$

Conveyors: Continuous Loop Conveyor

- n_c = número de contenidors sobre el conveyor
- u_p = número de items per contenidor

$$n_c = \frac{L_d + L_e}{S_c}$$

Només van carregats els containers del tram de transport

$$n^{\circ} \text{ peces} = \frac{u_p L_d}{S_c} = \frac{u_p L_d}{\frac{L_d + L_e}{n_c}} = \frac{u_p n_c L_d}{L_d + L_e}$$

Conveyors: Continuous Loop Conveyor

- R_f = Ratio fluxe (i alimentació de peces)

$$R_f = \frac{u_p V_c}{S_c}$$

El model de Continuous Loop Conveyor només serveix per a transportar peces, però oblida que el transfer també pot ser utilitzat com a magatzem. Amb el model Recirculating Conveyor s'aprofita l'espai no utilitzat.

Conveyors: Recirculating Conveyor

- El conveyor pot ser utilitzat per acumular peces i suavitzar així els efectes dels canvis de temps de cicle entre càrrega i descàrrega
- La diferencia entre temps de cicle poden venir de diferències entre màquines, processats, etc. I poden derivar en que:
 - No hi ha container buit presentat a l'estació de càrrega
 - No hi ha container ple presentat a l'estació de descàrrega

Conveyors: Recirculating Conveyor

- Hi ha 3 principis bàsics en el disseny d'un transfer cíclic amb 1 estació de càrrega i 1 de descàrrega:
 - 1. Regla de la Velocitat:** els transfer han de viatjar dins d'un rang de velocitats. Velocitats expressades en funció de càrrega per unitats de temps (V_c/S_c)
 - *Límit inferior de velocitat:* determinat pel ratio càrrega/descàrrega de les estacions.
 - *Límit superior de velocitat:* determinat per les velocitats que poden desenvolupar les màquines a on van o d'on venen els materials.

Conveyors: Recirculating Conveyor

- 2. Restriccions de Capacitat:** la capacitat del conveyor ha de ser almenys igual al ratio de flux requerit

$$capacitat = \frac{n_c u_p V_c}{L} = \frac{u_p V_c}{S_c}$$

Si la capacitat del conveyor és major, pot actuar com a magatzem!

Conveyors: Recirculating Conveyor

- 3. Principi d'Uniformitat:** les peces han de ser carregades uniformement al transfer. Això comporta una reducció dels temps d'espera en les estacions de càrrega/descàrrega (degut a containers buits)

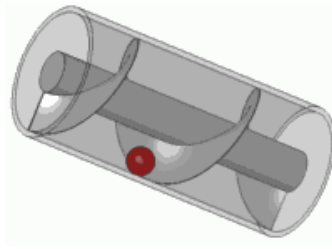
Transportador helicoïdal

També conegut com, cargol sense fi (*'sinfin'*) o cargol d'Arquímedes, es basa en un cargol que es fa girar per dins d'un cilindre buit.

Una cinta transportadora no pot treballar qualsevol tipus de producte sòlid o líquid, i encara menys segons les alçades que hagi de superar. Un transportador helicoïdal, pot treballar des de la posició horitzontal fins a la vertical.

Dissenyats per a transportar qualsevol tipus de material com residus orgànics en el tractament d'aigües, transport de sòlids en la indústria, i d'altres aplicacions, es dissenyen segons les necessitats de tipus de material a transportar, inclinació, cabal a transportar, inclinació, dosificació, etc...

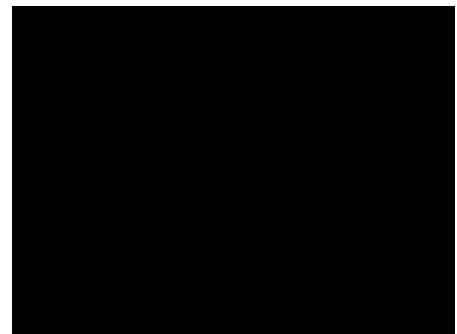
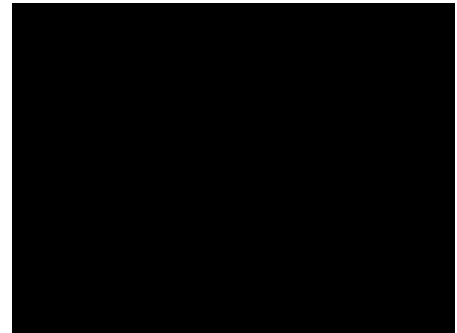
Transportadors helicoïdals



SPIN



Sistemes de transport

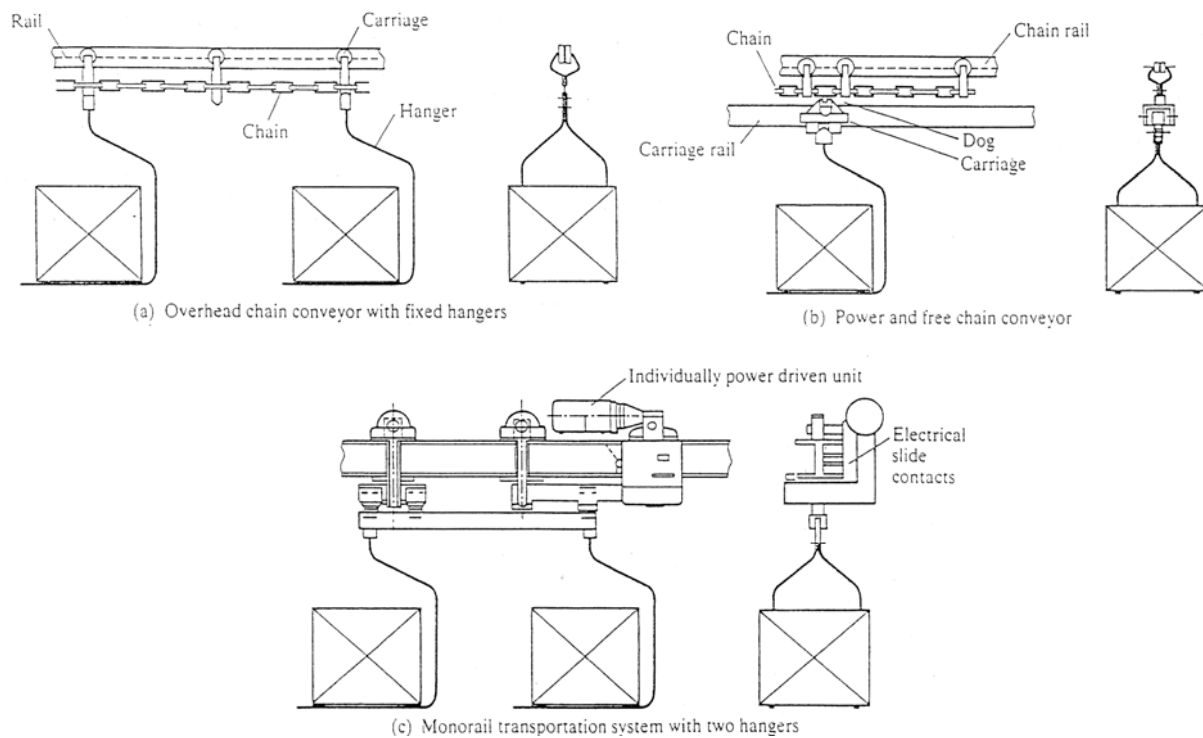


29

Grues o guies

- Utilitzades pel transport intermitent de productes de forma i pes variables dins d'un espai fixat
- Les guies eleven els productes de forma vertical
- Les grues mouen els productes (generalment en suspensió) en trajectòries horitzontals
- L'espai recorregut es determina mitjançant la instal·lació de rails

Grues o guies



SPIN

Sistemes de transport

31

Alimentadors vibratoris (Vibratory bowl feeder)

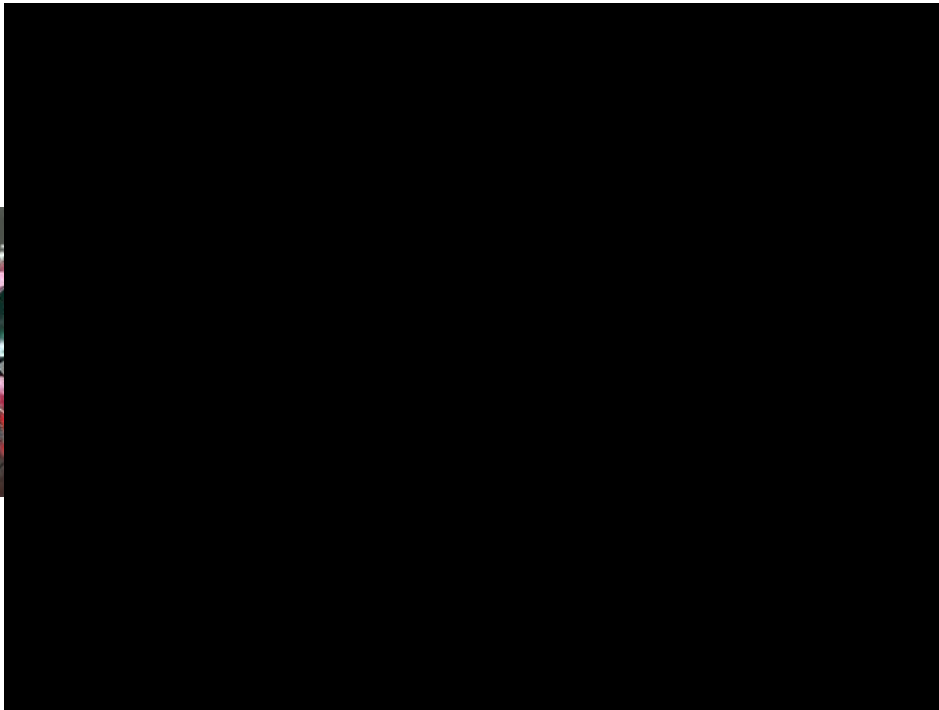
- S'utilitzen per a alimentar components individuals en aplicacions industrials automatitzades d'assemblatge.
- Són sistemes autònoms formats per un bol que vibra, dissenyat amb formes i eines específiques per a orientar les parts en la posició desitjada
- Els components s'introdueixen enmig del bol, aquest vibra i obliga a avançar les peces per una pista circular, inclinada, dissenyada per a ordenar i orientar les peces en posicions consistents i repetibles.
- La longitud de la pista, l'amplada i profunditat es trien acuradament per adaptar-se a l'aplicació, la forma i mida dels components.

SPIN

Sistemes de transport

32

Alimentadors vibratoris (Vibratory bowl feeder)

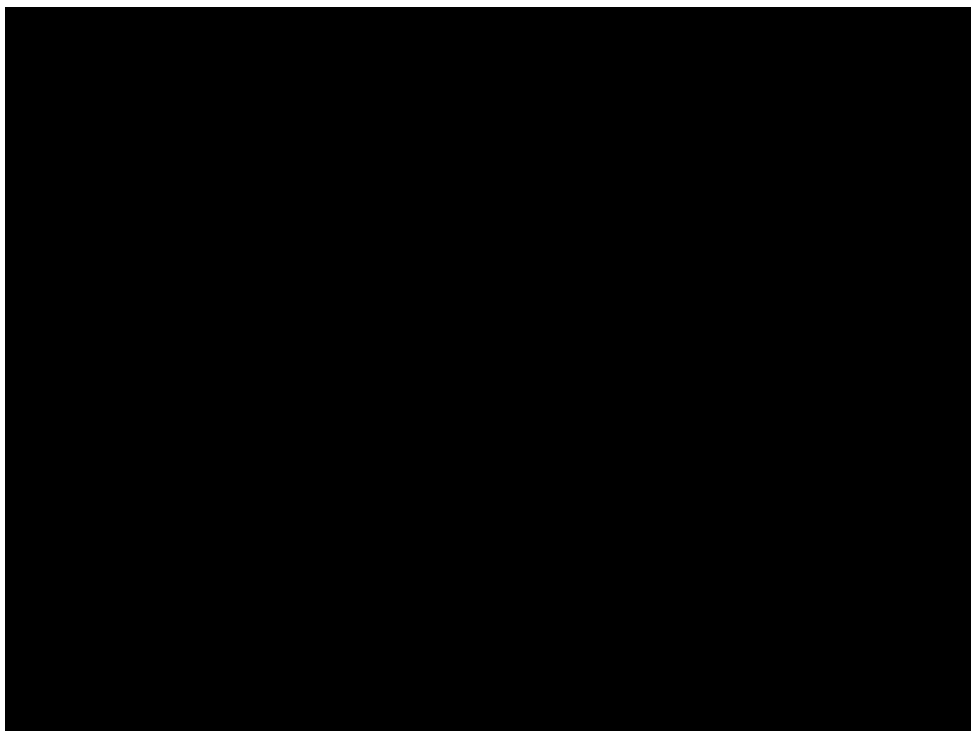


SPIN

Sistemes de transport

33

Alimentadors vibratoris (Vibratory bowl feeder)



SPIN

Sistemes de transport

34

Automatic Guided Vehicles (AGV)

AGV = vehicle autopropulsat capaç de seguir automàticament una trajectòria variable segons un patró flexible.

Són sistemes que permeten transportar material entre un nombre finit de posicions (que poden ser canviades amb relativament poc esforç).

Són sistemes apreciats degut al suport que ofereixen al treball asíncron.

Automatic Guided Vehicles (AGV)

AGV's permeten control de material a més a més del transport del mateix.

Un computador central assigna tasques concretes als vehicles, i realitza la seva monitorització.

El controlador ('on-board') de cada vehicle s'encarrega d'executar les instruccions rebudes i de garantir la seguretat immediata del vehicle.

Automatic Guided Vehicles (AGV)

AGV's utilitzats com:

- *Sistemes de recollida i deixada*: el vehicle recull la unitat de càrrega d'una estació i la deixa en la propera estació on ha de ser processada
- *Transport de peces fixades*: la peça resta damunt del sistema de transport durant el processat de les diferents estacions

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Configuracions d'AGV's:

- *Combois autònoms* (driverless trains): un AGV tira de diversos tràilers que formen un tren. Útils en aplicacions on càrregues pesades ha de ser mogudes grans distàncies (magatzems o factories) amb processos intermitjos de pick-up, ...



Línia 9 Metro BCN



Automatic Guided Vehicles (AGV)

Configuracions d'AGV's:

- *AGV pallet truck*: per moure càrregues paletitzades sobre rutes predeterminades. Generalment el vehicle és conduït sota la càrrega per un humà i utilitza les forques per pujar i baixar la càrrega. L'humà guia a l'AGV al seu camí, li programa el destí i el AGV comença la seva operació autònoma.



Automatic Guided Vehicles (AGV)

Configuracions d'AGV's:

- *AGV de càrrega d'unitats senzilles*: utilitzats per moure càrregues unitàries d'una estació a l'altre. Molts cops equipats d'un mecanisme de càrrega/descarrega.



Automatic Guided Vehicles (AGV)

Aplicacions d'AGV's:

- Moviments de grans quantitats de material a través de grans distàncies (convois)
- Emmagatzematge i distribució (pallet trucks i AGV de càrrega unitària). Molts cops es barregen els AGV's amb d'altres sistemes (magatzems intel·ligents)
- Línies d'assemblatge on els components esperen sobre els AGV's fins que són processats, moment on el vehicle se'ls emporta cap a una altra estació

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Aplicacions d'AGV's:

- Sistemes FMS on els AGV's es destinen a subministrar peces i materials a les estacions. També recullen els productes processats i els transporten a la següent estació
- Altres aplicacions com hospitals (neteja, distribució de medicaments o d'aliments), oficines (distribució de correus o missatges, etc...)

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Guiatge del vehicle:

- Filoguiat magnètic: un cable magnetitzat enterrat al terra a llarg del recorregut, guia el AGV
- Filoguiat òptic: partícules fluorescents incolores estan pintades o gravades al terra. Un fotosensors en el vehicle llegeixen i segueixen aquestes partícules

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Guiatge del vehicle:

- Sistema de guia inercial: el sistema té un microprocessador a bord que s'utilitza per dirigir el vehicle en una trajectòria programada prèviament. Un sistema de sonar s'utilitza per a la detecció d'obstacles i un giroscopi per al canvi direccional.
- Sistema de guia d'infraroig: aquest sistema consisteix en emissors de llum d'infrarojos, reflectors muntats en el sostre de la instal·lació per tal de reflectir la llum, i detectors similars a radars per transmetre els senyals de llum reflectida a l'ordinador. Llavors, l'ordinador determina la posició i direcció de desplaçament del vehicle.

Automatic Guided Vehicles (AGV)

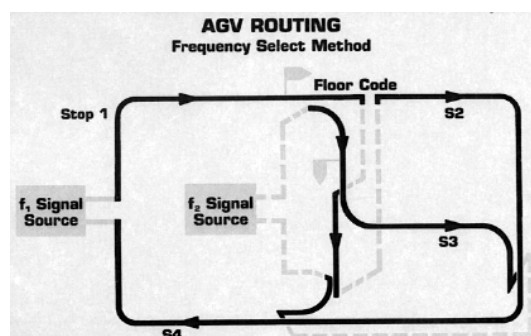
Guiatge del vehicle:

- Sistema d'orientació làser: un raig làser s'utilitza per explorar codis de barres reflectors muntats a la paret. La ubicació exacta i les maniobres de l'AGV s'aconsegueix a través de distàncies conegudes.
- Sistema de guia per aprenentatge: s'utilitzen conceptes de xarxes neuronals. Un vehicle programat aprèn el camí de guia per "caminar a través de" la ruta desitjada. A continuació, s'informa a l'ordinador central el que s'ha après sobre la nova ruta. L'ordinador central, al seu torn, passa la informació sobre la nova ruta d'accés als altres vehicles guiats automatitzats.

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Routing: com el vehicle negocia la selecció de camins alternatius per a aconseguir la ruta més curta.

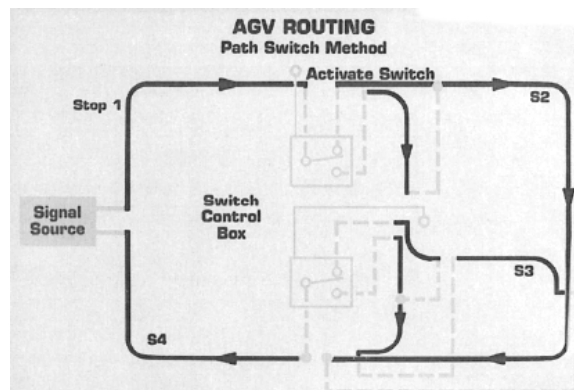
- Mètode de selecció per freqüència: el lloc on el camí es divideix en dos o més de dues direccions separades es diu punt de decisió. En el punt de decisió del vehicle llegeix un marcador a terra, on múltiples freqüències són per permetre que el vehicle vagi en múltiples direccions. El vehicle selecciona una freqüència per a la direcció que vol seguir en funció de la programació.



Automatic Guided Vehicles (AGV)

Routing:

- Mètode "Path-switch": el camí de guia es divideix en segments que s'apaguen i s'encenen per controls separats del terra. Només s'utilitza una freqüència. En els punts de decisió els controls s'encenen i s'apaguen en funció de la trajectòria a recórrer. El vehicle tria el camí correcte ja que és l'únic que es manté encès.



SPIN

Sistemes de transport

47

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Control de tràfic i Seguretat:

- Evitar col·lisions entre AGV's. Hi ha dos sistemes comercials:
 - *On-board vehicle sensing* (forward sensing): sensors òptics i ultrasònics sobre el vehicle. Si els sensors detecten, l'AGV resta parat fins que l'obstacle desapareix. Té problemes de punts cecs.
 - *Zone blocking*: el layout dels diferents vehicles es separa en zones diferents. Cap AGV pot entrar en zona d'un altre AGV.
- Seguretat humana: bumpers, llums, alarmes, sorolls,...

SPIN

Sistemes de transport

48

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Gestió del Sistema (Dispatcher):

- Assignar, de forma òptima i eficient, vehicles als punts del sistema que ho necessiten.
 - *On-board control panel*: són els sistemes menys sofisticats, es programen manualment sobre el propi vehicle
 - *Remote call stations*: responen a la crida de una estació remota
 - *Central computer control*: un ordinador central gestiona els vehicles

Automatic Guided Vehicles (AGV)

En els disseny de sistemes de transport amb AGV's caldrà definir:

- *Regles de disseny*:
 - Els punts de càrrega P
 - Els punts de descàrrega D
 - Camins que han de connectar punts P amb punts D
- *Regles d'operació*:
 - El nombre d'AGV's a instal·lar
 - Els camins que haurà de fer cada AGV

Automatic Guided Vehicles (AGV)

- Les situacions dels punts tipus P i D vindran marcades pel layout de les I/O i de les estacions de processat
- Les situacions dels punts tipus P i D poden ser o no físicament les mateixes
- Les situacions dels punts tipus P i D, i les connexions entre ells tenen un efecte fonamental sobre el cost i l'operació del sistema

Automatic Guided Vehicles (AGV)

- Els camins seguits pels AGV's generalment segueixen passadissos marcats (facilita el sistema)
- Els creuaments dels passadissos així com els punts de càrrega i descàrrega es consideren nodes d'un graf dirigit que descriu el flux del sistema
- Els arcs creats entre els nodes indiquen el sentit del moviment del sistema pel passadís corresponent
- *La resolució del problema recau en escollir la direcció de cada arc*

Automatic Guided Vehicles (AGV)

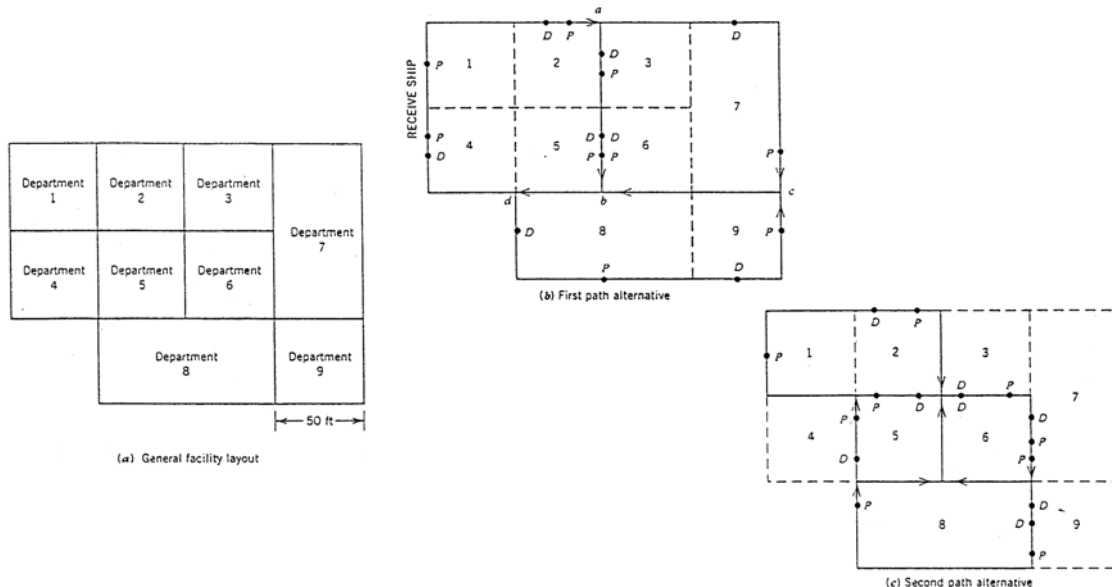
- *Objectiu:* seleccionar el conjunt d'arcs que connecten tots els punts P i D desitjats, de manera que la distància total viatjada sigui mínima.
- *Restriccions:*
 - Tot node que presenta un arc entrant ha de presentar un arc sortint
 - Els arcs escollint han de permetre viatjar entre nodes
- *A la pràctica es prenen mesures per controlar la congestió de tràfic!*

Automatic Guided Vehicles (AGV)

- *Regles en el disseny dels camins:*
 - Els viatges haurien de ser unidireccionals llevat del cas de tràfic molt reduït (evita bloquejos)
 - Les estacions de càrrega haurien d'estar després de les de descàrrega (vehicle descarrega i tot seguit carrega)
 - El nombre de descàrregues en cada arc viatjat hauria de ser almenys igual al nombre de càrregues durant el mateix (optimització)
 - Situar els punts de tipus P i D en els arcs de baixa utilització (reducció de bloquejos)
 - Bypass i Curtcircuits ha de ser considerats per reduir les distàncies viatjades i els possibilitats de bloquejos. El cost d'aquesta nova flexibilitat afegida es paga en quant a complexitat del sistema de control

Automatic Guided Vehicles (AGV)

- Utilitzades pel transport intermitent de productes de



SPIN

Sistemes de transport

55

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Un simple anàlisi per a determinar el nombre de vehicles:

- D_d = Distància mitja total amb vehicle carregat
- D_e = Distància mitja total amb vehicle buit
- N_{dr} = Número de entregues requerides per hora
- T_h = Temps total de carrega i descàrrega
- T_f = Factor de trànsit que representa el bloqueig i espera dels vehicles en el recorregut i les interseccions. Si no hi ha congestió, el factor és 1. Quants més vehicles hi hagi, més petit serà el factor. Normalment el factor es troba entre 0.85 i 1.
- V = velocitat del vehicle

SPIN

Sistemes de transport

56

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Temps total de entrega per vehicle T_{dv} :

$$T_{dv} = \frac{D_d}{v} + T_h + \frac{D_e}{v}$$

Número de entregues per vehicle per hora:

$$N_d = \frac{60 \cdot T_f}{T_{dv}}$$

Número de vehicles AGV necessaris:

$$n_{AGV} = \frac{N_d}{N_{dr}}$$

Automatic Guided Vehicles (AGV)

Una empresa ha instal·lat un sistema de AGV guiat per làser, té definits ja tots els camins, i necessita que el sistema sigui capaç de realitzar 51 entregues per hora. S'han realitzat les primers proves, i s'han adquirit les següents dades:

- Velocitat del vehicle = 180m/min
- Distància mitja recorreguda amb càrrega = 540m
- Distància mitja recorreguda sense càrrega = 360m
- Temps de càrrega = 0.5min
- Temps de descàrrega = 0.5min
- Factor de trànsit = 0.85.

Necessita saber quants AGV són necessaris.

Automatic Guided Vehicles (AGV)

El temps total d'entrega per vehicle és:

$$\begin{aligned}
 T_{dv} &= \frac{D_d}{v} + T_h + \frac{D_e}{v} = \\
 &= \frac{540 \text{ m}}{180 \text{ m / min}} + 0.5 \text{ min} + 0.5 \text{ min} + \frac{360 \text{ m}}{180 \text{ m / min}} = \\
 &= 3 \text{ min} + 0.5 \text{ min} + 0.5 \text{ min} + 2 \text{ min} = 6 \text{ min}
 \end{aligned}$$

Número d'entregues per hora:

$$N_d = \frac{60 \cdot T_f}{T_{dv}} = \frac{60 \text{ min/hora} \cdot (0.85)}{6 \text{ min}} = 8.5 \text{ entregues/hora}$$

Número de vehicles necessaris:

$$n_{AGV} = \frac{N_d}{N_{dr}} = \frac{51 \text{ entregues/hora}}{8.5 \text{ entregues/hora}} = 6 \text{ vehicles}$$

Magatzems

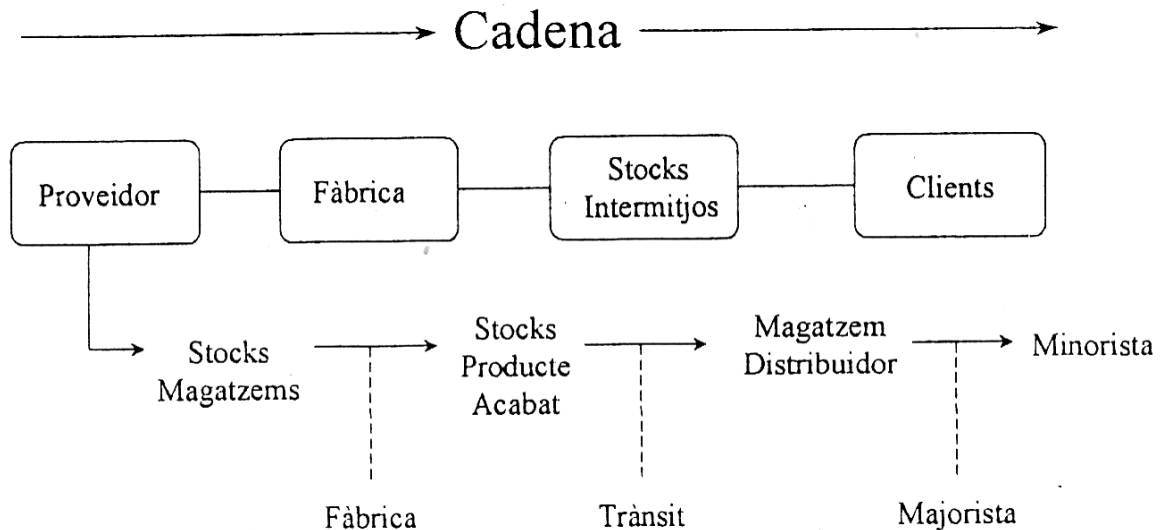
Malgrat que les tendències actuals estan encaminades a arribar a disposar de processos productius sense existència de estocs, aquesta fita és molt difícil d'aconseguir i realment el que es persegueix és la minimització constant dels nivells d'estocs



Existència de Magatzems!!!

Magatzems

Els magatzems es poden trobar en diferents fases de la cadena de producció



Magatzems

Necessitats d'un sistema d'emmagatzematge:

- Inexactitud en la previsió de la demanda
- Producció no flexible, ni amb resposta immediata
- Problemes de transport i temps d'entrega
- Evitar parades de fàbrica
- Desfasaments entre la demanda i el subministrament
- Carències, terminis d'entrega
- Etc...

Magatzems

Algunes raons per disposar de magatzems

- Reducció de costos de producció-transport (lots de fabricació i lots de transport)
- Coordinació demanda-subministrament (producció estacional i demanda constant, o demanda estacional i producció constant)
- Ajut al procés productiu (maduració d'aliments, cua de processos, taller,...)
- Ajut al procés de comercialització

Magatzems

Zones per al disseny i layout del magatzem:

- Zones d'emmagatzematge
- Zones de càrrega i descàrrega
- Zones de recepció i expedició
- Zones de Picking (preparació de comandes)
- Zones de Dispatching (preparació de rutes)
- Parc de bateries, oficines, recuperació, etc...

Sistemes de Magatzem Automàtic

- El rendiment del magatzem ha de poder justificar les despeses involucrades en la seva implantació
- Un sistema magatzem pot ser mesurat per alguns paràmetres com:
 - **Capacitat de Magatzem:** nombre màxim de càrregues que es podran (s'espera) emmagatzemar
 - **Sistema de Sortida/Entrada:** nombre de càrregues/hora que el sistema pot rebre i emmagatzemar i/o buscar i entregar (Throughput). Un sistema magatzem ha de ser dissenyat per donar un màxim throughput/dia.

Sistemes de Magatzem Automàtic

- **Utilització:** és desitjable dissenyar un magatzem amb relacions d'utilització del 80 al 90%

$$\frac{\% \text{ temps en ús}}{\% \text{ temps disponible}}$$

Si utilització ↑↑ el sistema està mal dissenyat

Si utilització ↓↓ el sistema no donarà l'abast en moments punta

- **Seguretat:** No malfuncionaments, manteniments mínims, accés operaris, ...

$$\frac{\% \text{ temps capaç d'operació}}{\% \text{ temps normal d'operació}}$$

Automated Storage/Retrieval Systems (AS/RS)

Magatzems automàtics

- Combinació d'equips i controls que manipules, emmagatzemen i entreguen materials amb precisió, resolució i velocitat sota un grau d'automatització definit.
- Poden treballar amb un gran rang de càrregues, de grans pallets a microcàrregues.
- Poden ser petits i controlats manualment, i segons l'aplicació poden ser enormes, controlats per ordinador i integrats en CIM
- Poden presentar una o més entrades/sortides de material.

Automated Storage/Retrieval Systems (AS/RS)

Magatzems automàtics

- Molts d'aquests sistemes presenten passadissos llargs i estrets amb un vehicle aïllat
- El vehicle es mou horitzontal i verticalment per accedir a la posició (estantera) consignada
- La safata de recollida es mou perpendicularment al moviment del vehicle

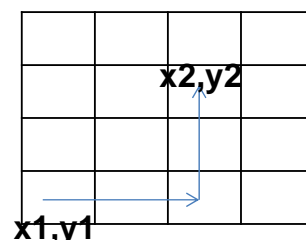
Els components bàsics d'un sistema AS/RS són:

- **L'estructura magatzem**, suficientment forta per no sofrir deflexions. Conté els rails, stoppers, etc... per garantir una operació autònoma si cal.
- **Les màquines S/R**, generalment grues, transelevadors,... Són els encarregats de realitzar la transacció d'emmagatzematge, entrega, etc...
- **Els mòduls-magatzem**, containers o pallets que guarden el material. Generalment sobre bases estàndards.
- **Les estacions de PickUp i Dipòsit**, punts d'entrada/sortida de material a/de magatzem.

No hi ha regles bàsiques per a la manipulació de magatzem, ja que cada situació ha de ser analitzada particularment per trobar situacions òptimes.

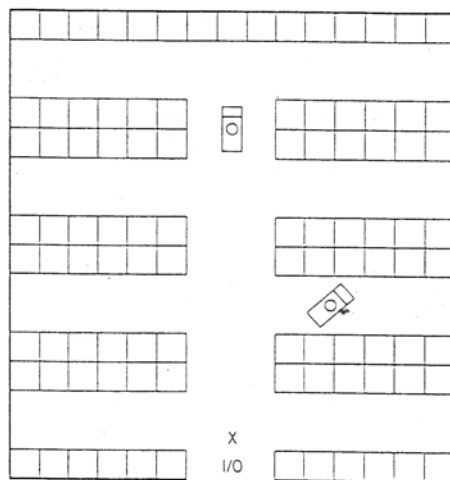
Un mètode per a magatzems estandar de tipus rectangular amb entrades/sortides situades en un dels extrems, on les estanteries són paral·leles o perpendicular a l'eix longitudinal, són els moviments tipus Manhattan. Per anar d'un punt (x_1, y_1) al punt (x_2, y_2) tenim que la distància viatjada és:

$$D = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$$



Automated Storage/Retrieval Systems (AS/RS)

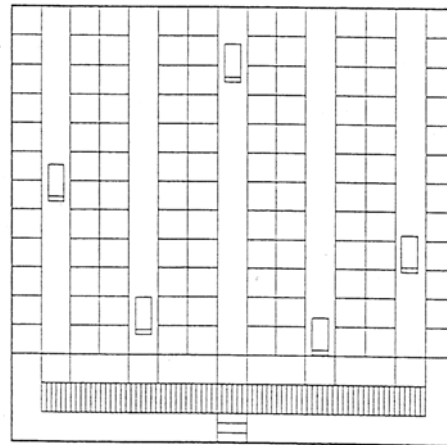
Magatzems automàtics



(a) Standard warehouse

Storage location

Forklift

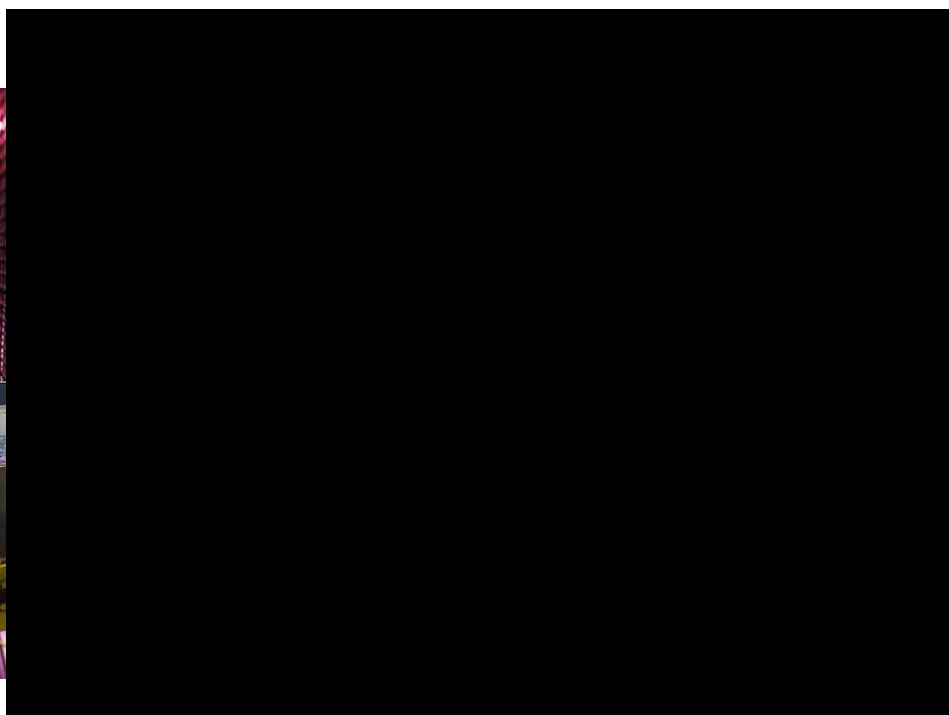


(b) Narrow-aisle, automated warehouse

S/R machine

Conveyor

Automated Storage/Retrieval Systems (AS/RS)



Automated Storage Carousels

- És un disseny alternatiu on el magatzem esdevé un mecanisme tipus revolver (rotatiu)
- Es creen dipòsits d'unitats de càrrega
- Pot estar dotat d'un element manipulador
- S'intenta minimitzar el moviment rotatori de tot el sistema a l'hora d'anar donant servei al moviment de producte

Automated Storage Carousels

- És un conjunt de calaixos, cistelles, etc... Connectades i pivotant al voltant d'un sistema en forma oval o circular.
- L'estació de càrrega pot ser comanada per un humà que activa o desactiva el carrusel.
 - ↑↑ llargària de carrusel → ↑↑ densitat del magatzem
↓ ↓ mitjana de transacció en temps

Són òptims els magatzems de 75 a 125cm de llargària

Automated Storage Carousels



SPIN



Sistemes de transport

Magatzems: Inventaris

Control qualitat

Cristobal Raya Giner
R.Planas / J.C.Hernandez

Sistemes de Producció Integrats (SPIN)

Magatzems: INVENTARIS

Es poden classificar els magatzems segons la tipologia de gestió de estocs (inventari) que s'hi realitza. En aquest sentit hi ha 4 tipus de gestionar els items:

- Cíclicament
- De seguretat
- Per anticipació
- Pipeline

Físicament no es pot identificar quina gestió s'està duent a terme

Inventari: CICLIC

- **Cicle d'inventari** és la porció del estoc total que varia directament amb la grandària dels lots. La **Grandària de lot** determina quan fer comandes i amb quina quantitat.
- La grandària del lot, Q , varia directament amb el temps transcorregut entre comandes.
- Quan més gran és el temps transcorregut entre comandes, per un ítem donat, major serà el cicle d'inventari

Inventari: CICLIC

- Al començament de l'interval, el cicle d'inventari és màxim (Q). Al final de l'interval, just abans de l'arribada de nous lots, el cicle d'inventari esdevé mínim (0).

$$\text{Promig d' existències} = \frac{S_i + S_f}{2} = \frac{Q + 0}{2} = \frac{Q}{2}$$

S_i = estoc inicial

S_f = estoc final

Aquest tipus de gestió s'utilitzarà únicament quan la demanda sigui constant i uniforme. Les previsions han de ser molt acurades ja que és fàcil caure en una 'ruptura d'estocs'

Inventari: DE SEGURETAT

- Per tal d'evitar problemes de subministrament i d'apujades de preus i components 'desapareguts', les empreses poden treballar amb **Estocs de Seguretat**.
- Els Estocs de Seguretat seran desitjables quan els subministradors són irregulars i presenten fallides d'entrega (tant en quantitat demanada com en la data d'entrega)

Inventari: DE SEGURETAT

- Els Estocs de Seguretat 'asseguren' que les operacions de l'empresa no es veuran afectades per possibles problemes de subministraments.
- Hi ha dues maneres de crear un estoc de seguretat:
 - Llençar una ordre de comanda abans de que els ítems es necessitin realment.
 - Llençar ordres de comanda majors del nombre d'ítems que realment es necessiten (només si les comandes es realitzen en intervals fixes).

Inventari: DE SEGURETAT

- El reaplec assegura un coixí de material enfront dels imprevistos.
- Suposem que un proveïdor té un temps d'entrega mig de 3 setmanes, però la nostre empresa realitza la comanda 5 setmanes abans per tal d'anar segurs. Aquesta política crearà un estoc de seguretat igual a 2 setmanes de subministrament.

Inventari: PER ANTICIPACIÓ

- És el tipus de gestió de estocs que s'utilitzarà per poder absorbir irregularitats en la demanda o en el subministrament.
- Empreses d'aire condicionat, per exemple, tenen l'experiència que el 90% de la demanda anual es produeix únicament durant 3 mesos a l'any.
- Els estocs per anticipació permeten a les empreses crear un estoc de producte durant les èpoques de baixa demanda per poder suportar després els pics de demanda sense alterar el ritme de producció de les línies

Inventari: PER ANTICIPACIÓ

- Els estocs per anticipació també poden ser de gran ajut quan la demanda i el subministrament no van sincronitzats.
- Una empresa s'hauria de plantejar seriosament treballar per anticipació (encara que sigui momentàniament) quan els seus empleats estan propers a realitzar vagues o presenten fortes limitacions de capacitat.

Inventari: PIPELINE

- Els estocs que es mouen de punt a punt dins dels sistemes enfocats a flux de producte s'anomenen **estocs pipeline**.
- Els material es mouen des de els subministradors a la planta d'una operació cap a una l'altra dins la planta, de la planta al centre de redistribució i del centre de distribució als clients.
- Els estocs tips pipeline consisteixen en ordres que han estat llençades però que encara no han estat rebudes.

Inventari: PIPELINE

- Per exemple, General Motors i Toyota a Califòrnia, utilitzen peces produïdes en el Midwest.
- Els vaixells arriben diàriament a la planta, però el retard en el transport requereix de l'existència d'un inventari pipeline de les peces que estan en camí dins dels trens que van del port a la planta.

Inventari: PIPELINE

- Els estocs tipus Pipeline entre dos punts (ja sigui de transport o de producció), poden ser mesurats com la demanda mitjana durant el temps de retard D_L . Sigui d el nombre de períodes per transportar els ítems, i L el retard associat a un període entre dos punts, llavors:

$$\text{Estoc Pipeline} = D_L = d \cdot L$$

Inventari: PIPELINE

- Cal notar que la grandària del lot no afecta directament al nivell mitjà de l'Estoc Pipeline.
- A major Q , es fa major la grandària de cada comanda, però si la comanda ha estat llançada però no rebuda, hi ha major pipeline per igual temps de retard.
- La grandària del lot pot influir de forma indirecta si al incrementar Q incrementa el temps de retard. Llavors D_L podria incrementar.

Inventari: PIPELINE

Una planta realitza transports mensual de bicicletes en lots de grandària mitjana igual a 280 bicicletes. Les comandes mitjanes dels minoristes són de 70 bicicletes per setmana ($280/4$), i el temps de retard des de la planta és de tres setmanes.

En mitjana, quin cicle d'inventari i quin estoc tipus pipeline haurà de suportar el minorista?

Inventari: PIPELINE

$$\text{cicle d' inventari} = \frac{Q}{2} = \frac{280}{2} = 140 \text{ bicicletes}$$

$$\begin{aligned} \text{estoc pipeline} = D_L = d \cdot L &= 70 \text{ bicicletes} / \text{setmana} \cdot 3 \text{ setmanes} = \\ &= 210 \text{ bicicletes} \end{aligned}$$

El estoc del minorista haurà de ser de 140 bicicletes, i l'estoc mitjà pipeline serà de 210

Tàctiques per reducció d'estocs

S'estableixen dos nivells de treball:

- **Nivell I:** s'activarà si els estocs han de ser reduïts.
- **Nivell II:** per reduir la penalització del cost aplicat al primer nivell i la necessitat de disposar d'estocs en primera instància.

Tàctiques per reducció d'estocs

Cicle d'inventari:

- *Nivell I*: reduir la grandària del lot. Pot causar efectes negatius com augmentar costos logístics (Mètodes JIT utilitzen lots de grandària extremadament petita)
- *Nivell II*: cercar mètodes que permetin realitzar comandes, rebaixant la grandària del lot tot mantenint els costos.

Incrementar la repetibilitat per tal d'eliminar la necessitat de canvis. (permet rebaixar costos de transport, permet obtenir descomptes dels subministradors,...)

Tàctiques per reducció d'estocs

Estocs de seguretat:

- *Nivell I*: realitzar comandes el més proper possible a l'instant en que han de ser rebudes.
- *Nivell II*:
 - Millorar les previsions en les demandes
 - Reduir els temps d'espera (arribada) dels ítems per tal de reduir la incertesa durant el temps d'entrega (seleccionar proveïdors locals amb temps d'entrega curts)
 - Reduir les incerteses d'aprovisionament. (Un manteniment preventiu pot evitar parades degudes a l'arribada de recanvis)
 - Treballar més amb buffers de procés

Tàctiques per reducció d'estocs

Estoc per anticipació:

- *Nivell I*: igualar els ratis de producció amb els ratis de demanda.
- *Nivell II*:
 - Afegir nous productes amb diferents cicles de demanda tals que els pics de demanda d'un producte quedin compensats per la poca sortida estacional d'un altre producte
 - Realitzar campanyes de màrqueting fora de les estacions usals de consums dels productes
 - Oferir plans d'ofertes estacionals

Tàctiques per reducció d'estocs

Estoc pipeline:

- *Nivell I*: reduir el temps d'entrega.
- *Nivell II*:
 - Buscar subministradors nous i més eficients i buscar nous sistemes de transport, ubicacions de càrrega/descàrrega més adients, millorar la manipulació dels materials, etc...
 - Introduir sistemes informàtics per realitzar el control dels retards en les entregues
 - Reduir Q , al menys en els casos en que el temps d'entrega depèn de la grandària del lot. Els treballs petits, generalment necessiten de temps menors per ser completats

Control de recepció

La qualitat del producte final està relacionada de forma directa amb la qualitat de les matèries primeres utilitzades. En molts casos, tant matèries primeres com materials diversos son comprats a proveïdors externs a la empresa.

Es per aquesta raó, per la que la majoria d'empreses realitzen un control de qualitat en la recepció de materials, abans de emmagatzemar o enviar-los a les línies de producció.

Control de recepció

En principi hi ha tres alternatives possibles per a realitzar un control de recepció:

- Inspeccionar al 100% cadascun dels lots rebuts
- No inspeccionar el absolut els lots rebuts (de vegades la inspecció pot ser destructiva)
- Inspeccionar part dels lots rebuts basant-se en criteris estadístics.

L'aplicació d'una u altre alternativa dependrà de la relació existent entre el preu d'inspeccionar cada ítem i el cost generat en el procés debut a la entrada d'un ítem defectuós.

Pla de mostreig

Existeixen gran varietat de plans clàssics de mostreig segons la característica a inspeccionar i la regla de decisió per a la acceptació o rebuig. Des de el punt de vista de la característica a inspeccionar, es poden classificar en:

- *Control per atributs*: on cada ítem es classifica com a bo o dolent.
- *Control per variables*: aplicables a característiques mesurables. Ex.: Paper de colors amb petita variació de la tonalitat.

Mostreig per acceptació

La finalitat del *Mostreig d'Acceptació* és recomanar una acció específica. No tracta d'estimar la qualitat ni de controlar-la directament. L'acció bàsica que es recomana és ACCEPTAR o REBUTJAR les partides representades per la mostra.

Quan un comprador aplica el mostreig d'acceptació, en la fàbrica del proveïdor, un rebuig cancel·larà l'enviament de tot el lot mostrejat.

Control simple per atributs

Dels diversos tipus de plans de mostreig, prestarem especial atenció al mostreig lot per lot per atributs, prenent una sola mostra (de mida n) de cada lot.

Aquesta mostra s'examinarà mitjançant els dispositius de mesura d'atributs.

Quan en la mostra es troben més unitats defectuoses (d) que les permetia el pla estadístic (c), es considerarà tot el lot de qualitat inferior.

si $d < c \rightarrow$ acceptar ; si $d > c \rightarrow$ refusar

El problema és trobar n i c

Aquesta versió del mostreig d'acceptació és la més utilitzada degut a la seva facilitat de comprensió i d'aplicació.

Control simple per atributs: Conceptes a considerar

Lot: conjunt d'unitats del que, a efectes d'inspecció, s'extreu la mostra aleatòria per a decidir la seva acceptació o rebuig.

Un lot per a inspecció difereix del concepte de lot de comanda, ja que ara un lot pot consistir en una fracció de comanda o en l'agrupació de varies comandes, en funció dels criteris d'inspecció.

Control simple per atributs: Conceptes a considerar

En quant a la formació de lots d'inspecció, s'haurà de tenir en compte:

- No barrejar productes de diferents orígens (proveïdors, motllos, torns, màquines,...)
- No acumular productes en un període llarg de temps per a la formació de lots d'inspecció
- Utilitzar tot tipus d'informació sobre el proveïdor (data de fabricació, batch, capacitat de procés, etc...)
- Sempre que es compleixin els criteris anteriors, interessa que la mida del lot sigui el més gran possible

Control simple per atributs

La determinació dels elements n (mida de mostra) i c (valor límit d'unitats defectuoses) d'un pla de control es basa en les proves d'hipòtesi. El paràmetre sobre el que es realitzen les proves depèn de:

- Es rep amb certa freqüència lots d'un proveïdor en procés del qual està en estat de control. En aquest cas, el paràmetre d'interès p és la mitja de la proporció d'unitats defectuoses del procés del proveïdor.
- La població d'interès és cada lot individual. El paràmetre p serà la proporció d'unitats defectuoses en el lot.

A la pràctica, al ser els lots de mida gran, ambdós casos poden tractar-se conjuntament.

Control simple per atributs

La variabilitat intrínseca del procés de mostreig fa inevitable la existència de dos errors de diferent tipus:

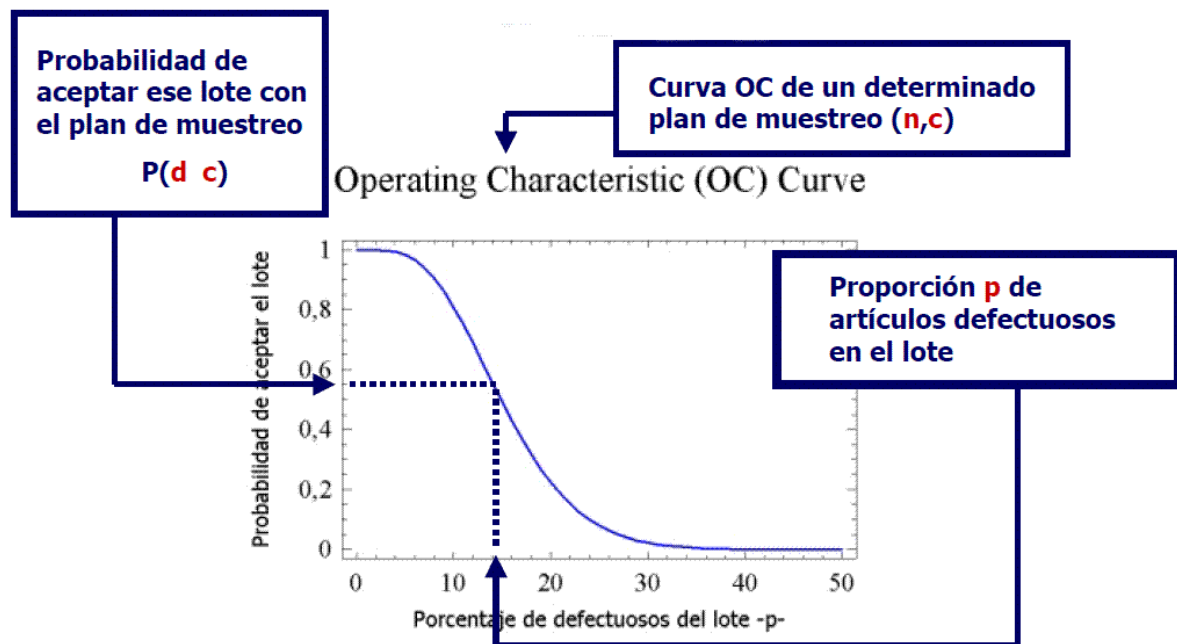
- *Error de tipus I*: rebutjar un lot bo. Serà conegut també com a risc del proveïdor (α).
- *Error de tipus II*: acceptar un lot dolent. Serà conegut també com a risc del consumidor (β).

Mostreig d'acceptació: Corbes OC

Un pla de mostreig especifica la mida de mostra (n), i el número associat d'unitats defectuoses que no es pot excedir (c) sense rebutjar el lot del qual es va prendre la mostra. La capacitat del pla per a discriminar entre lots acceptables i inacceptables la revela la seva *corba característica d'Operació* (*Operating Characteristic : OC*).

La corba Característica d'Operació, proporciona per a cada valor possible de p (*percentatge de defectuosos*), la probabilitat d'acceptar el lot amb el pla de mostreig corresponent, o el que és el mateix, la proporció de lots procedents d'un procés amb mitjana p , que serien acceptats al aplicar repetidament el pla de control

Mostreig d'acceptació: Corbes OC



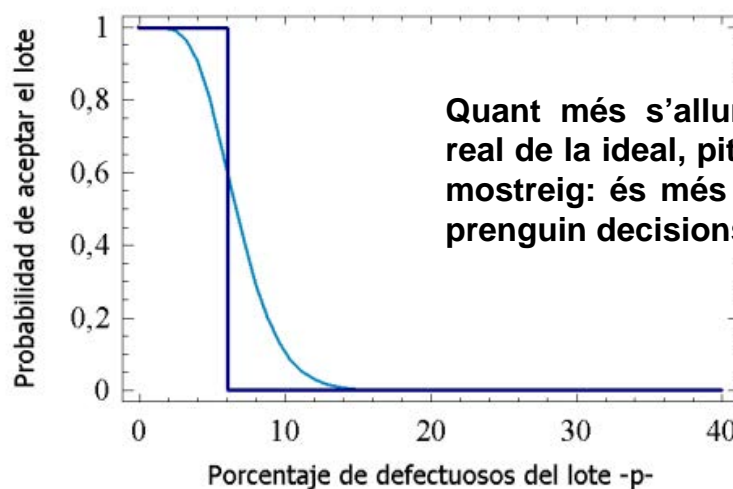
Mostreig d'acceptació: Corbes OC

El pla de mostreig ideal
tindrà la següent corba OC



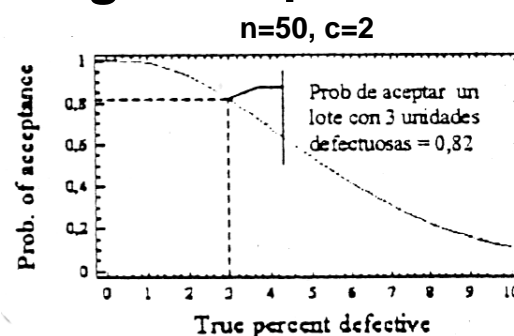
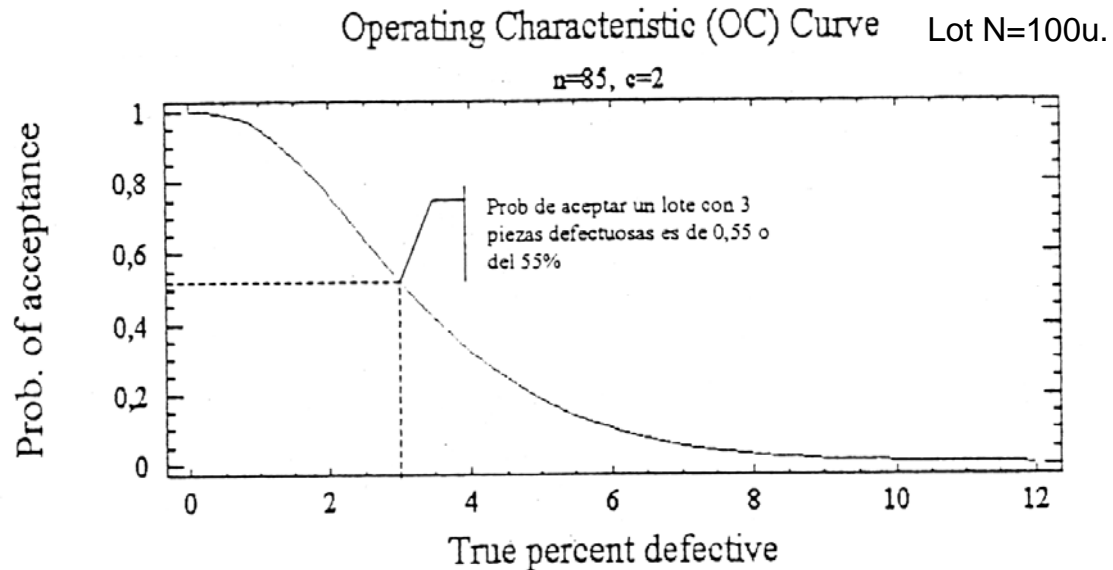
$$\begin{cases} OC(p)=1 & \text{si } p \leq p_A \\ OC(p)=0 & \text{si } p > p_A \end{cases}$$

Operating Characteristic (OC) Curve



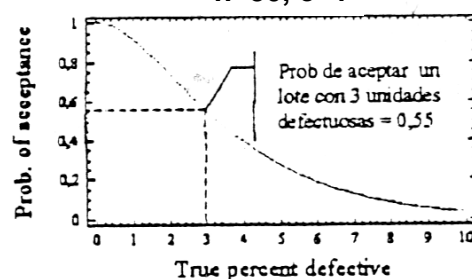
Quant més s'allunyi la corba OC real de la ideal, pitjor serà el pla de mostreig: és més probable que es prenguin decisions equivocades.

Per a un lot de 100 unitats, s'agafa una mostra de 85 unitats on pot haver un màxim de 2 peces defectuoses:

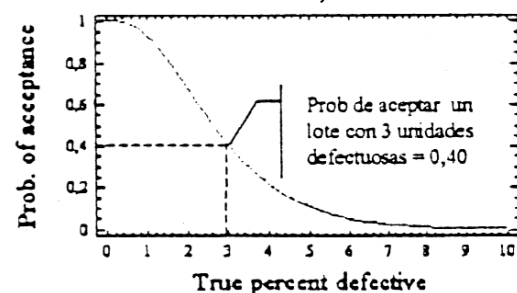


Per a fer les corbes més discriminadores:

Augmentar n conservant c
 $n=50, c=1$



Disminuir c conservant n
 $n=100, c=2$



Mostreig d'acceptació: Corbes OC

Els plans de mostreig protegeixen contra l'acceptació de lots defectuosos i garanteixen que els lots bons seran acceptats. El pla es dissenya al voltant d'aquestes dos característiques, per a salvaguardar els interessos del proveïdor i del receptor.

- **AQL** (Acceptance quality level): El Nivell Acceptable de Qualitat (NAC) és el nivell de qualitat que el receptor o consumidor considera adient. ($p_A = \text{AQL}$)
- **LTPD** (Lot tolerance percent defective): La Tolerància del Lot per Percentatge de Defectuosos (TLPD) és el nivell màxim de unitats defectuoses tolerades pel consumidor. ($p_R = \text{LTPD}$)

Mostreig d'acceptació: Corbes OC

La gama de nivell de qualitat entre els lots 'bons' (per dalt del NAC) i els lots 'dolents' (per sota del TLPD), es la *Gama de Indiferència*.

- La *Indiferència* és un àrea on el risc és equilibrat tan delicadament per el rendiment de qui pren la decisió no pot mostrar una preferència definida.
- Els lots per sobre del NAC, rara vegada seran rebutjats ($p < p_A$).
- Els lots per sota del TLPD, rara vegada seran acceptats ($p > p_R$).

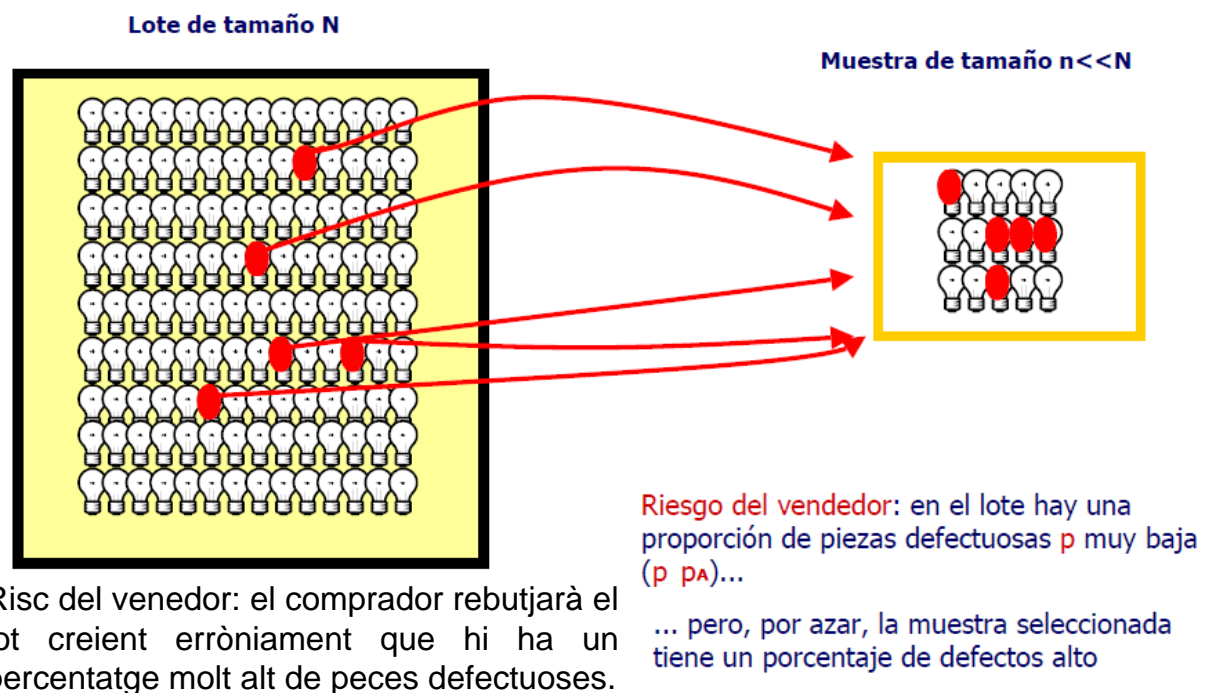
Mostreig d'acceptació: Corbes OC

Tant el proveïdor com el consumidor accepten algun risc de que el pla de mostreig acceptat deixi passar lots fora dels límits NAC-TLPD.

La probabilitat de que es rebutgin lots que continguin en realitat menys unitats defectuoses que les especificades pel NAC s'anomena *Risc del Productor* (α)

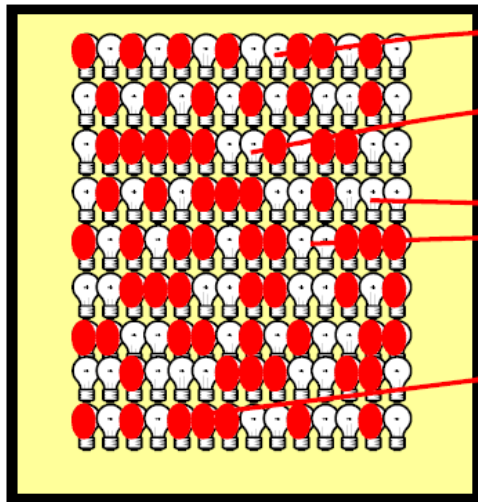
La probabilitat de que s'accepti un lot amb un percentatge de unitats defectuoses més alt que l'establert en el TLPD s'anomena *Risc del Consumidor* (β).

Mostreig d'acceptació: Corbes OC

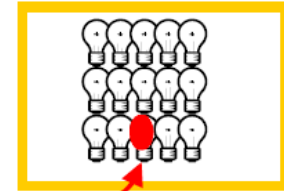


Mostreig d'acceptació: Corbes OC

Lote de tamaño N



Muestra de tamaño $n \ll N$



Riesgo del comprador: en el lote hay una proporción de piezas defectuosas muy alta ($p > p_A$)...

Risc del comprador: el comprador aceptará el lot creient erròniament que hi ha un percentatge molt baix de peces defectuoses.

... pero, por azar, la muestra seleccionada tiene un porcentaje de defectos muy bajo

Mostreig d'acceptació: Corbes OC

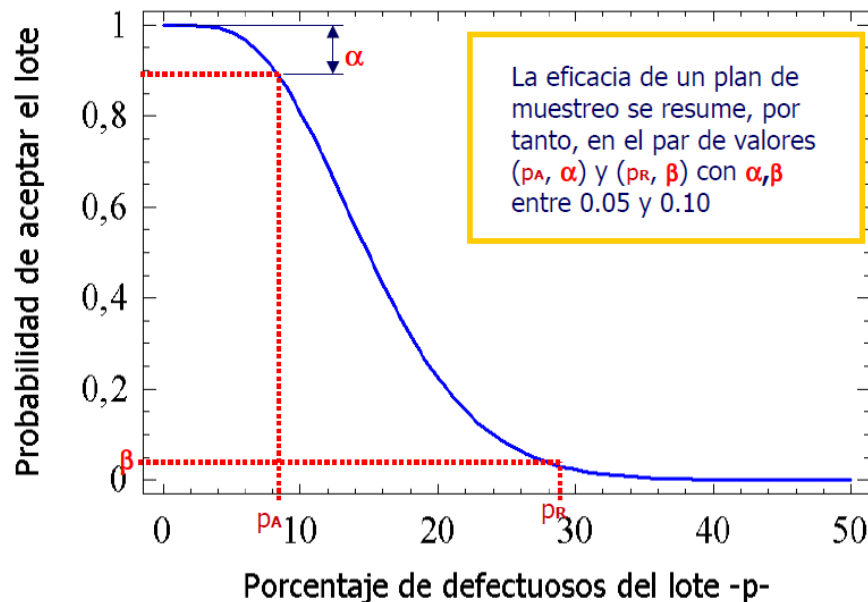
Els valors concrets de α i β han d'establir-se de mutu acord entre el comprador i el proveïdor, donat que tenen implicacions econòmiques importants.

Un rebuig excessiu de lots de qualitat NAC pot obligar al proveïdor a modificar innecessàriament el seu procés de fabricació, i una acceptació excessiva de lots amb qualitat TLPD crearà problemes en els processos productius del comprador.

En conseqüència es aconsellable un estudi econòmic per a la fixació d'aquests paràmetres.


Mostreig d'acceptació: Corbes OC

Operating Characteristic (OC) Curve



Mostreig d'acceptació: Corbes OC

S'ha de tenir en compte que:

- L'única forma de disminuir simultàniament ambdós riscos és augmentar la mida de mostra en el pla de control  necessitats més gran de personal i pressupost per part del comprador.
- Per a una mida de mostra donada, una reducció en el valor de α implica un augment de β i a l'inrevés

Mostreig d'acceptació: Corbes OC

El mètode exacte per al càlcul d'una corba OC, hauria de fer-se utilitzant la llei Binomial.

No obstant i per utilització de lots d'inspecció grans, es solen utilitzar aproximacions de la llei Binomial per una llei de Poisson o per una llei Normal.

Llei de Poisson:

$$P_{(x)} = \frac{(np)^x}{x!} e^{-np}$$

n = mida de mostra
p = % d'unitats defectuoses en el lot
x = número de defectuoses en la mostra

Mostreig d'acceptació: Corbes OC

Pe
grà
alt
de

N

α

β

Acceptance Sampling - Attributes

Action

☒ Create OC plan

☐ Create AOQL plan

☐ Create LTPD plan

☐ Analyze existing plan

Quality Levels

Acceptable quality level (AQL):

0.5 %

Lot tolerance percent defective (LTPD):

1. %

Lot size:

1000

Desired Features

Producer's risk (alpha):

5. %

Consumer's risk (beta):

10. %

Current Plan

Sample size (n):

Acceptance number (c):

OK

Cancel

Help

p_A

p_R

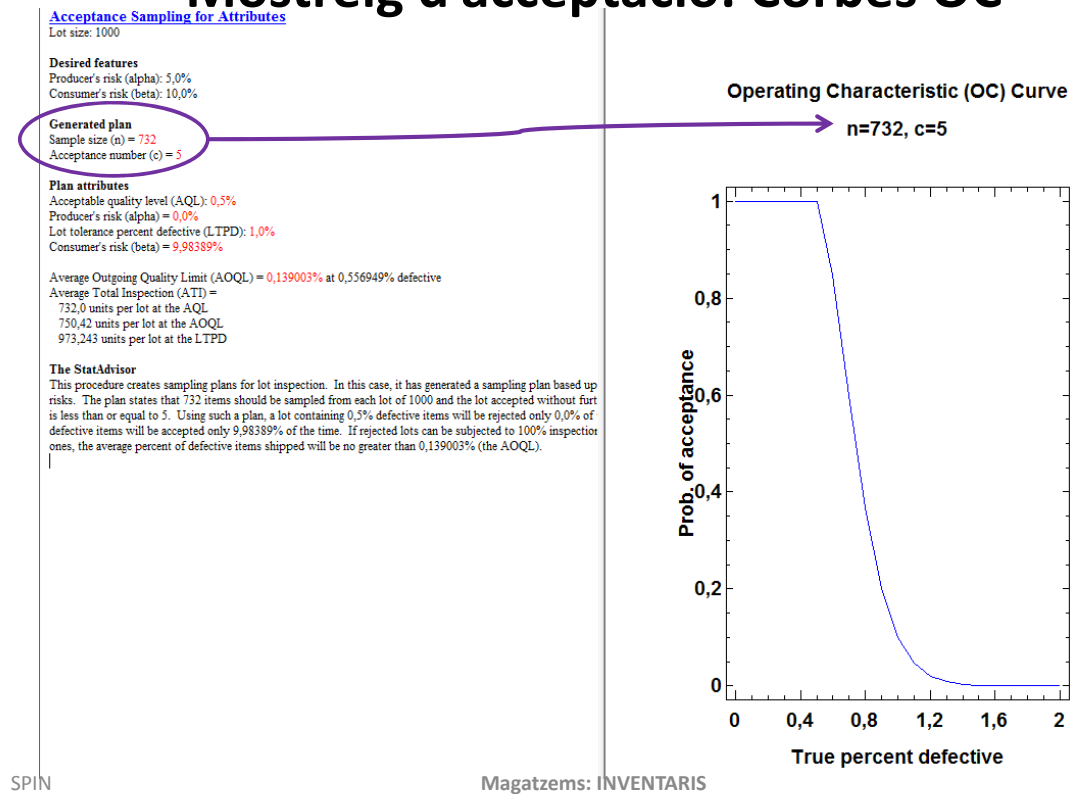
s i
els
ort

SPIN

Magatzems: INVENTARIS

44

Mostreig d'acceptació: Corbes OC



SPIN

Magatzems: INVENTARIS

45

Mostreig d'acceptació: Corbes OC

Exemple de verificació de la corba: Tenim un lot de mida $N=1000$. Suposem que el pla de mostreig consisteix en prendre una mostra de mida $n=25$ i rebutgem el lot si hi ha més de $c=2$ articles defectuosos. Volem utilitzar la corba OC si $p_A=0,08$ (AQL=8%) i $p_R=0,32$ (LTPD=32%)

STATGRAPHICS Plus - Untitled StatFolio

Edit Plot Describe Compare Relate Special View Window

Quality Control
 Experimental Design
 Time-Series Analysis
 Multivariate Methods
 Advanced Regression

Acceptance Sampling - Attributes

Action:
☐ Create OC plan
☐ Create AQL plan
☐ Create LTPD plan
☒ Analyze existing plan

Quality Levels:
 Acceptable quality level (AQL): 8, %
 Lot tolerance percent defective (LTPD): 32, %

Lot size: 1000

Desired Features:
 Consumer's risk (alpha): %
 Producer's risk (beta): %

Current Plan:
 Sample size (n): 25
 Acceptance number (c): 2

OK Cancel Help

SPIN

Magatzems: INVENTARIS

46

Acceptance Sampling for Attributes

Lot size: 1000

Existing plan

Sample size (n) = 25

Acceptance number (c) = 2

Plan attributes

Acceptable quality level (AQL): 8,0%

Producer's risk (alpha) = 32,2866%

Lot tolerance percent defective (LTPD): 32,0%

Consumer's risk (beta) = 0,47393%

Average Outgoing Quality Limit (AOQL) = 5,31954% at 8,7458% defective

Average Total Inspection (ATI) =

339,795 units per lot at the AQL

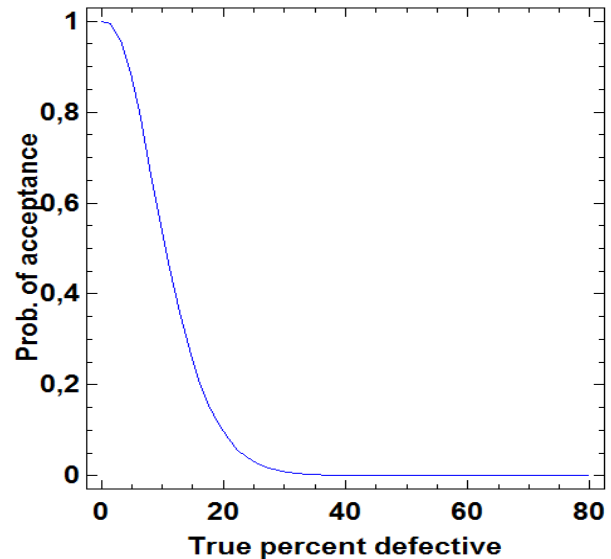
391,761 units per lot at the AOQL

995,379 units per lot at the LTPD

The StatAdvisor

This procedure creates sampling plans for lot inspection. In this case, the same sample size of 25 is used for all plans. If a lot containing 8,0% defective items will be rejected only 32,2866% of the time. If rejected lots can be subjected to 100% inspection an items shipped will be no greater than 5,31954% (the AOQL).

Operating Characteristic (OC) Curve n=25, c=2



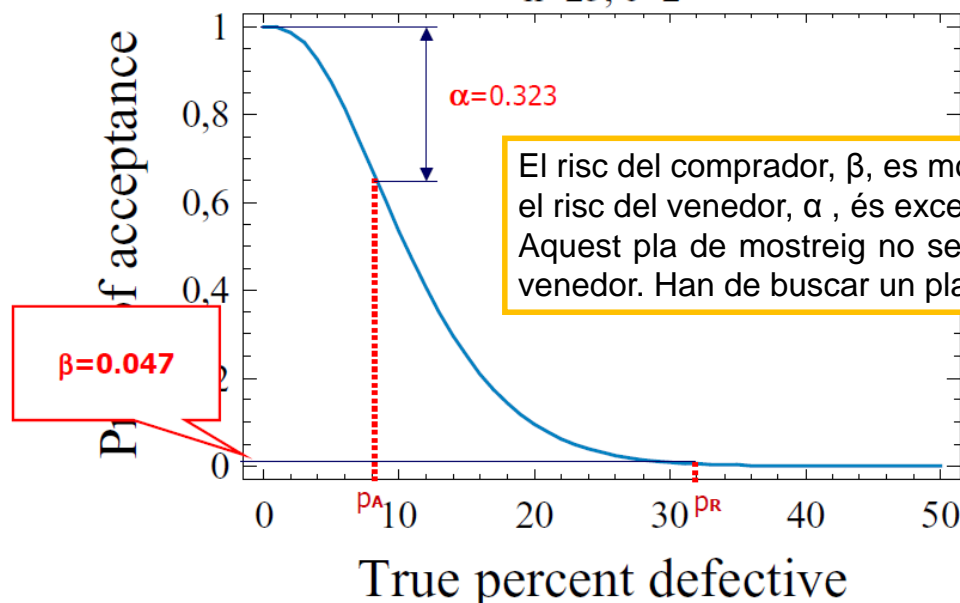
SPIN

Magatzems: INVENTARIS

47

Operating Characteristic (OC) Curve

n=25, c=2



El risc del comprador, β , es molt reduït, però el risc del venedor, α , és excessiu. Aquest pla de mostreig no serà acceptat pel venedor. Han de buscar un pla més just.

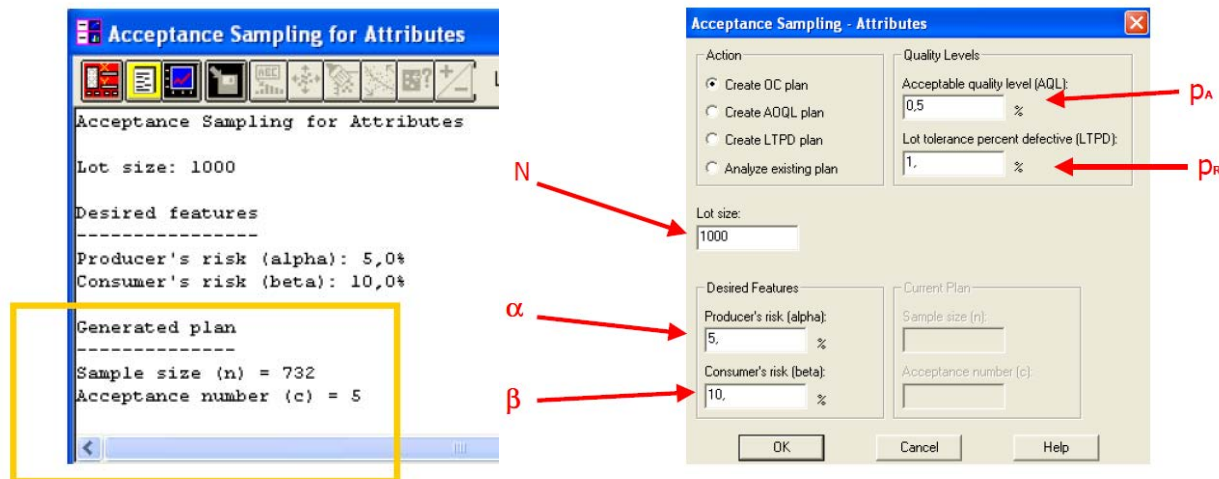
SPIN

Magatzems: INVENTARIS

48

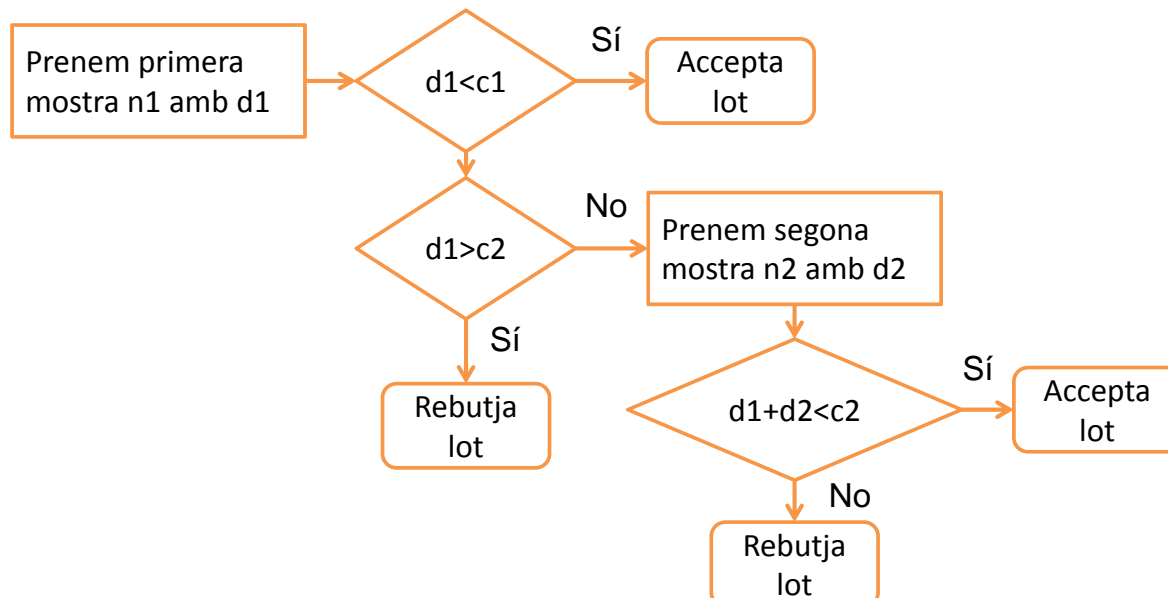
Pla de mostreig simple

La decisió es pren només amb una mostra de mida n . Si hi ha més de c articles defectuosos, es rebutja el lot.



Pla de mostreig doble

D'un lot es prenen dues mostres (n_1 i n_2) i es compten les peces defectuoses (d_1, d_2). Els valors de c_1 , c_2 , n_1 , n_2 s'obtenen en taules en funció de $(p_A, \alpha)(p_R, \beta)$ ($c_2 > c_1$).



Pla de mostreig seqüencial

En el pla de mostreig seqüencial, la mida mostral es va augmentant unitat a unitat. En cada observació es decideix si s'accepta el lot, es rebutja o s'analitza una unitat addicional.

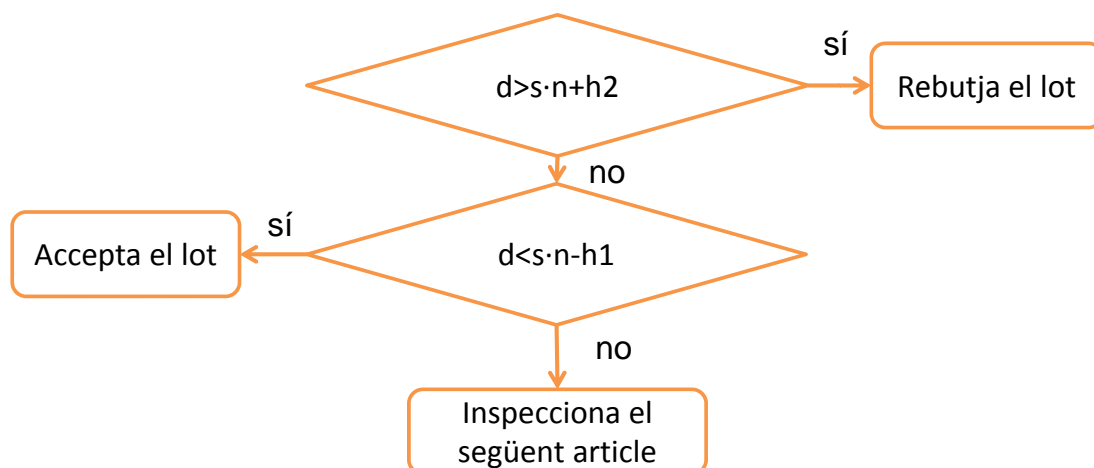
Donada una corba OC:
(p_A, α)(p_R, β), es calcula



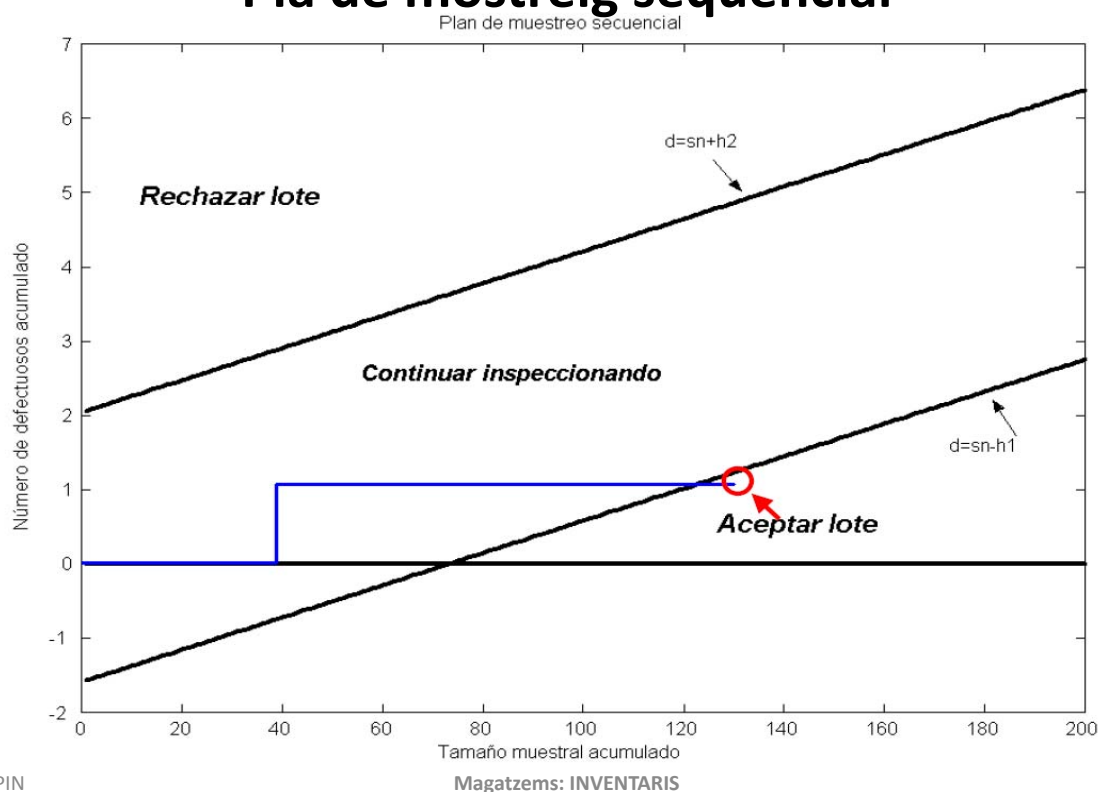
$$\left\{ \begin{array}{l} h_1 = \frac{\ln\left(\frac{1-\alpha}{\beta}\right)}{\ln\left[\frac{p_R(1-p_A)}{p_A(1-p_R)}\right]}, \\ h_2 = \frac{\ln\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{\ln\left[\frac{p_R(1-p_A)}{p_A(1-p_R)}\right]}, \\ s = \frac{\ln\left(\frac{1-p_A}{1-p_R}\right)}{\ln\left[\frac{p_R(1-p_A)}{p_A(1-p_R)}\right]}. \end{array} \right.$$

Pla de mostreig seqüencial

Sigui n la mida mostral acumulada, i sigui d el número d'articles defectuosos acumulats, llavors, amb els valors de s , h_1 , h_2 calculats anteriorment es té que:



Pla de mostreig seqüencial

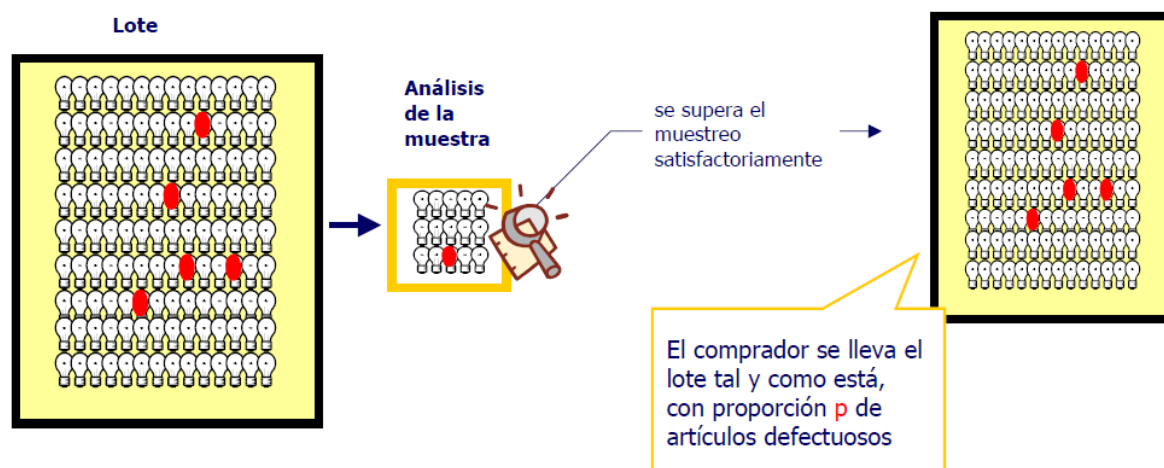


SPIN

53

Pla de mostreig rectificatiu

Si en una mostra de mida n , es troben c o menys unitats defectuoses, el lot s'accepta i, si es pot, només es rectifiquen les unitats defectuoses de la mostra, substituint-les per altres unitats bones.



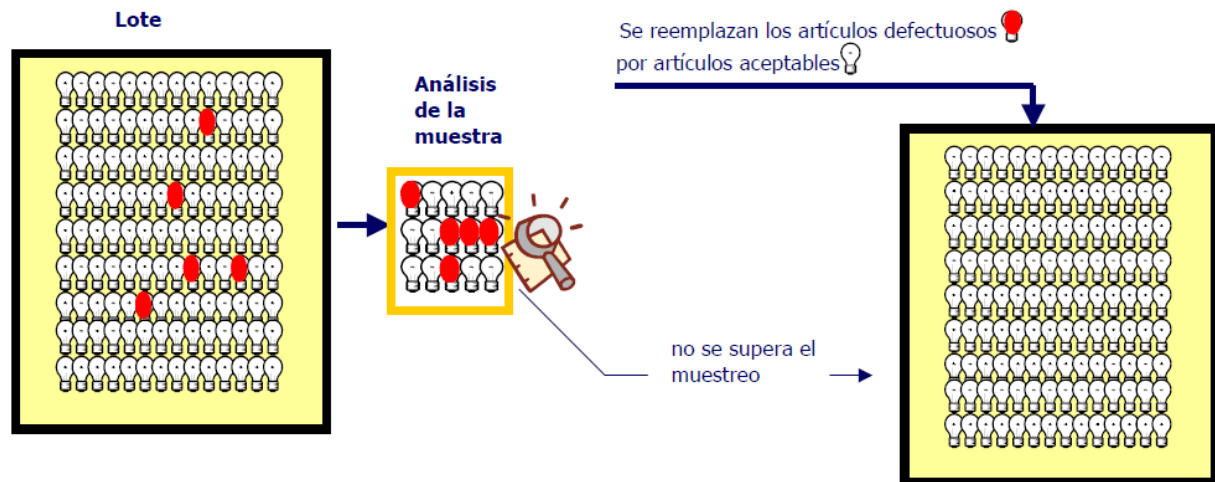
SPIN

Magatzems: INVENTARIS

54

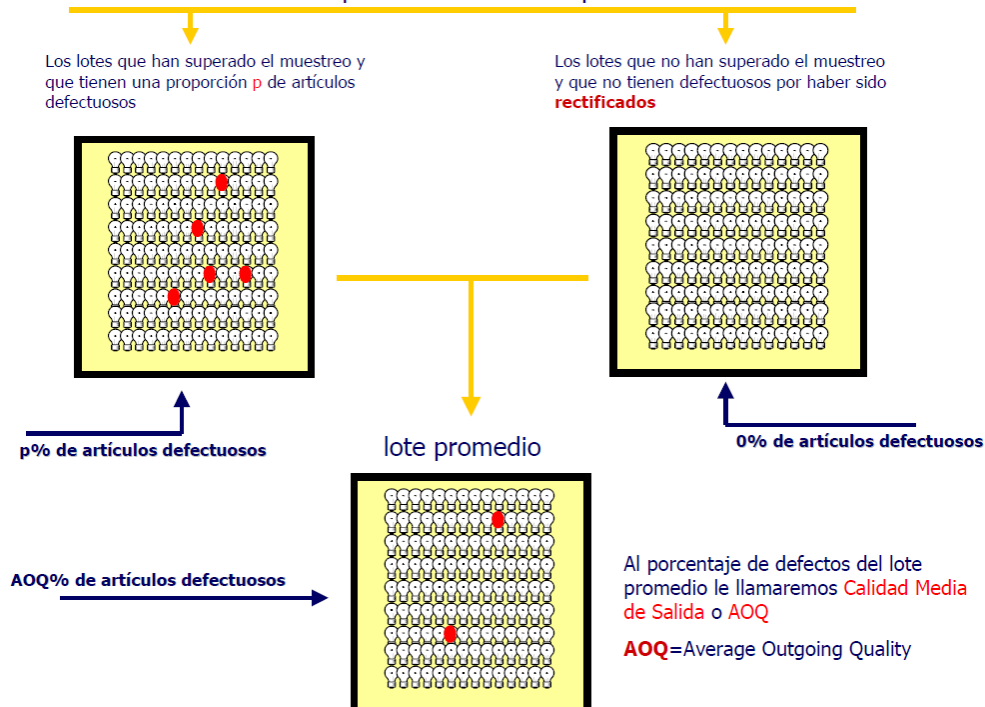
Pla de mostreig rectificatiu

Si en una mostra de mida n , es troben més de c unitats defectuoses, el lot es sotmet a una inspecció al 100%, substituït totes les unitats defectuoses per unitats bones. Teòricament, els lots NO tindran finalment unitats defectuoses.



Pla de mostreig rectificatiu

El comprador se lleva dos tipos de lotes



Pla de mostreig per variables

Un pla d'acceptació de variables amb mostra única té bàsicament els mateixos aspectes que es descriuen per al mostreig per atributs. La principal diferència està en el procés de inspecció: *s'utilitzen els registres reals efectuats durant l'examen d'una partida. S'espera que aquestes mesures siguin una distribució Normal i no les distribucions de Poisson o Binomial utilitzades per als atributs.*

Una inspecció que requereixi la mesura real és típicament més costosa que una inspecció passa-no passa. Aquest cost queda compensat per al fracció menor d'unitats que s'ha de inspeccionar. Aquest fet el fa *molt atractiu quan les unitats que s'han d'inspeccionar queden destruïdes en el procés d'inspecció.*

La informació sobre una característica mesurada (mitja o variància) és més útil per al control de processos que la informació bona o dolenta.

Tendències actuals

La implantació de les noves filosofies de qualitat total, especialment en empreses multinacionals del sector de la automoció, informàtica i electrònica, ha creat noves tendències en el control de recepció. Les dues més importants son:

- Desplaçament cap al proveïdor de la responsabilitat de la qualitat del seu producte
- Introducció explícita de costos per a la determinació del plans de mostreig

Processos Integrats

Cristobal Raya Giner

Sistemes de Producció Integrats (SPIN)

Definició segons

 l'Enciclopèdia

PRODUCCIÓ:

[econ] Conjunt d'activitats humanes acomplertes mitjançant la utilització de recursos naturals i mitjans de producció per tal d'obtenir béns que satisfacin les necessitats humanes.

Sota un aspecte econòmic aquests processos no inclouen exclusivament la transformació dels béns en la seva forma o qualitat, etc, sinó també en tot allò que aproxima en el temps o en l'espai els béns al seu consum; així, hom considera activitats productives l'emmagatzematge, la distribució, el transport, etc. Recursos naturals → Matèries primes → Producte Manufacturat → Comercialització → Prestació de servei

INTEGRACIÓ:

[econ] Realització de les fases de transformació complementàries que integren el procés global de producció.

Com a forma de concentració (vertical) d'empreses, comporta una racionalització en la utilització de recursos i de la tècnica, així com importants avantatges comercials i financers.

Conceptes de producció

Producció: és el procés de transformació que converteix matèria primera en producte acabat, el qual presenta un valor de mercat.

Procés de transformació: és una seqüència de passos on cada un d'ells apropa o porta els materials a un estat més proper a l'estat final desitjat.

Cada pas s'anomena ***Operació de producció***

Objectius sistemes productius

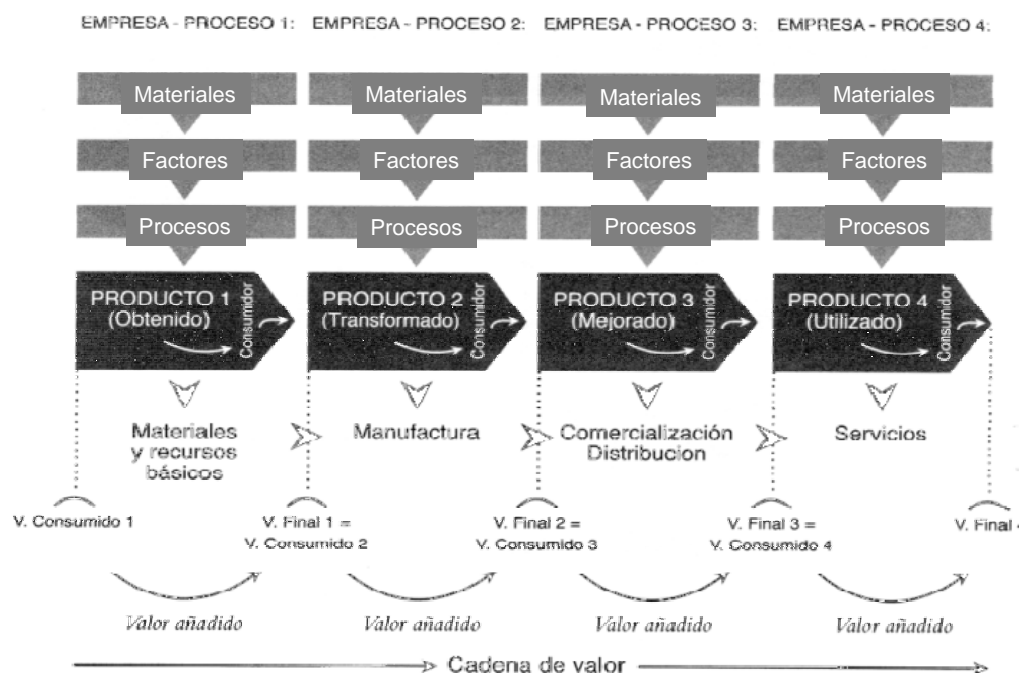
- ***Varietat de la gama de productes*** creixent, producció en lots petits i quant més productes millor.
- ***Flexibilitat*** en els processos productius, inclosos recursos humans, per a adaptar la demanda de tipus de productes i volum de producció, però mantenint la màxima eficiència.
- ***Rapidesa de resposta*** a la demanda cap al client, adaptant els processos a la varietat i la flexibilitat.
- ***Qualitat*** assegurada del producte a la primera, sempre des del punt de vista del client.
- ***Costos mínims i màxima productivitat***, evitant el malbaratament en el consum de recursos. Reducció de costos, temps i volum d'estocs.

Elements d'un sistema productiu



L'objectiu és afegir valor al producte organitzant optimitzant els recursos.

Cadena de valor



A més de la manufactura, la comercialització, distribució i serveis són processos que afegeixen valor al producte.

Organització de la producció

Una activitat productiva ha d'estar organitzada de forma que s'aconsegueixin els objectius previstos per a la producció de forma òptima, tècnica i econòmicament.

- Frederick Winslow Taylor a l'inici del segle XX, va proporcionar les bases de la organització dels processos industrials, gestionant els processos, equips, persones i moviments per a aconseguir la màxima economia de temps.
- A nivell industrial Henry Ford al 1913 va desenvolupar la fabricació en cadena, millorant la producció a portant el treball a l'obrer, en lloc de fer desplaçar l'obrer cap al treball. A més va innovar mitjançant una estratègia de expansió de mercat, la raó de la qual és que si hi ha major volum d'unitats d'un producte i el seu cost és reduït, hi haurà un excedent de producte que superaria la capacitat de consum de la 'elit', única consumidora de tecnologies anteriorment, i arribaria a una quantitat major de consumidors.

Organització de la producció

- Als anys 70, la multinacional japonesa Toyota va desenvolupar el *Sistema de Producció Toyota* (TPS), amb el suport dels conceptes de *Jidoka* i *Just In Time* (JIT), en que es millora la productivitat mitjançant la gestió i la organització de la producció. L'enginyer dissenyador d'aquest sistema va ser Taiichi Ohno.
- Actualment s'ha estès la denominada Lean Manufacturing (producció ajustada) que és un tipus d'organització de la producció que inclou operacions, proveïdors, i relacions de clients. Exigeix menys capital, menys esforç humà, menys espai i menys temps per fer productes amb *menys defectes* seguint els dissenys precisos dels client, eliminant els malbarataments.

Models de producció

Existeixen principalment dos models en la forma de concebre una empresa:

- Model push, és la producció qui espitja sobre la demanda (Taylor). Aquest model Taylorià es fonamenta en la especialització dels llocs de treball i històricament esta consolidat en les grans produccions exigides durant i després de la segona guerra mundial.
- Model pull, és la demanda qui espitja sobre la producció (Toyota). Aquest model japonès està consolidat històricament en la crisi dels 70, on ja no s'exigien grans produccions, sinó produccions petites de gran qualitat i amb poc espai d'espera (fabricació per lots).

Definicions Toyota TPS

Just in Time: És un complex sistema per a cadenes d'abastiment de productes. Treballant estretament amb els proveïdors, assegura que els components arribin exactament quan i on són necessaris. D'aquesta forma es redueixen al mínim els stocks de material i productes.

Jidoka: En cada etapa, hi ha dispositius que permeten als operadors o al mateix procés, detenir la producció per a corregir defectes. Pot ser tan senzill com un botó o tan complex com un programari de monitorització en temps real.

Kaizen: "Millora continua", consisteix en evitar el malbaratament de materials, energia o esforços en qualsevol sistema.

Andon: Són controls visuals (en japonès. "andon"), per exemple gràfiques, pantalles o taulers. La seva funció és indicar l'estat dels treballs.

Poka-yoke: És un conjunt de dispositius tan econòmics com fiables, instal·lats en tota la línia per a prevenir falles. Un poka-yoke pot ser un raig lluminós que envia un senyal al controlador si la mà o altre mecanisme interromp una tasca, o un connector USB, que no permet connectar-lo al revés.

Definicions Toyota TPS

Genchi genbutsu: Literalment, “vagi i i vegi-ho vostè mateix”, no es limiti a assabentar-se per tercers. Toyota exigeix a treballadors, encarregats i executius anar i veure el problema per si mateixos i planejar conjuntament la solució.

Kanban: De forma senzilla, el sistema Kanban (targeta) consisteix en etiquetar o marcar els productes que surten d'una línia de producció, per a que quan siguin retirats del magatzem per una venda, la etiqueta regressi a la línia etiquetant altre producte, de tal forma d'ajustar la producció a la demanda. Per altra part, el terme també s'utilitza per a designar tot un procés d'inventariat i de millora continua en la empresa.

Shojinka: Significa la alteració (disminució o augment) del nombre de treballadors en una secció quan canvia també la demanda de producció (per disminució o increment). Té un sentit especial quan el nombre de treballadors ha de reduir-se per una disminució de la demanda. S'evita el malbaratament de temps morts i es maximitza la saturació del treballadors, apropant-se al cost de mà d'obra mínim, ja que no hi ha cap recurs fixe assignat. En canvi els treballadors han de ser molt versàtils, i s'ha d'invertir en formació.

Malbarataments en JIT

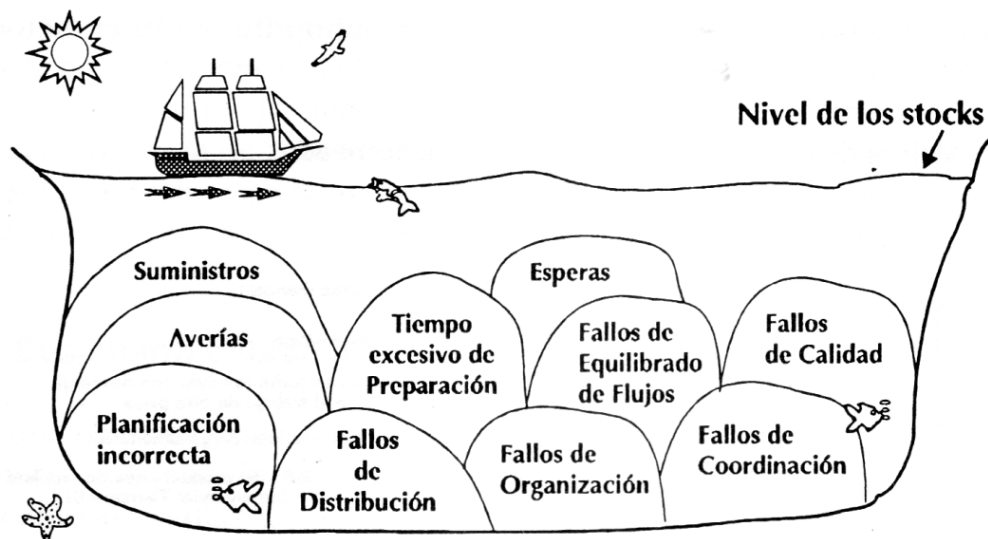
Els sistemes productius JIT es basa en els següents principis:

- Reducció de costos eliminant ineficiències o malbarataments
- Aprofitar plenament la capacitat dels operaris
- Automatització del procés (Jidoka)

Tipus de malbaratament:

- Malbaratament per excés de producció (costos, espai, estocs innecessaris)
- Malbaratament degut a temps d'espera
- Malbaratament degut a avaries
- Malbaratament degut a transports i manipulació innecessària
- Malbaratament per mètode de treball inadequat
- Malbaratament per nivell d'estocs
- Malbaratament per falta de qualitat
- Malbaratament per burocràcia
-

Els estocs oculten els problemes



Amb menys estocs, apareixen més possibles problemes.

Amb més estocs, el capital immobilitzat és més gran.

Solució: Optimitzar al mínim els estocs

Distribució en planta

La distribució en planta dels processos de producció persegueix els següents objectius:

- Minimitzar la manipulació de materials, amb una doble funció: reduir el cost del transport i evitar el que es pugui el deteriorament del material per moviment.
- Evitar els coll d'ampolla ja siguin per excés de treball acumulat, o per que el lloc de treball estigui desocupat massa temps.
- Utilització de l'espai possible de la millor manera possible.
- Tractar de realitzar la distribució en planta en funció de les característiques psicosocials i de seguretat dels treballadors.
- Arribar a cert grau de flexibilitat en el procés productiu per a poder adaptar-se fàcilment als canvis d'entorn.

Distribució en planta

La distribució en planta o layout de la planta, és la distribució dels processos i les seves activitats en les plantes de producció. Existeixen dos models bàsics de distribució, amb les seves variacions:

- *Distribució orientada al procés o distribució funcional*: Els llocs de treball estan agrupats en funció del tipus d'activitat que desenvolupen, sense relació amb el producte. El producte es mou cap el lloc de treball adient, es trobi on es trobi.
- *Distribució orientada al producte o distribució en flux*: Els llocs de treball estan disposats en un flux, d'acord amb la seqüència d'operacions que ha de seguir el producte.

Hi ha altre tipus de distribució gairebé no aplicat en plantes de producció, que és la *distribució de lloc fix o cadena de lloc fix*, on el producte no es mou, i son les màquines i operaris qui van al producte.

Distribució en planta

Variables de proceso de transformación	TIPOS DE PRODUCCIÓN		
	En cadena	Funcional	Posición fija
Orientación	Al producto.	Al proceso.	Itinerante.
Características del producto	Producto estandarizado. Volumen de producción elevado. Tasa de producción constante.	Producto variado, flexible y personalizado. Volumen de producción variable. Diferentes tasas de producción.	Bajo volumen. A menudo producto único. Si no es así: línea de puestos fijos.
Flujo del producto	Pieza a pieza. Línea continua. Misma secuencia estandarizada para cada unidad.	Por lotes. Flujo diversificado. Cada producto requiere una secuencia de operaciones única.	Poco o ningún flujo. Trabajadores, máquinas y materiales se desplazan.
Cualificación de los trabajadores	Tareas rutinarias y repetitivas, ritmo altamente especializado. Poca cualificación.	Operarios cualificados sin supervisión estricta. Cierta grado de adaptabilidad.	Alto grado de flexibilidad. Asignaciones específicas variables.
Manejo de materiales	Flujo de materiales previsible, sistematizado y frecuentemente automatizado.	El tipo y el volumen de lo que se maneja y se requiere es variable.	Tipo y volumen variable, a menudo en poca cantidad.
Inventario	Alta rotación de materia prima e inventarios de trabajos en proceso.	Baja rotación. Inventarios detallados de materias primas.	Inventario variable, a veces inmóvil.
Utilización del espacio	Utilización adecuada. Ritmo alto de producción por unidad de espacio.	Ritmo de producción por unidad de espacio relativamente bajo. Altos requerimientos de trabajos en proceso.	Puede ser factible un ritmo bajo de utilización de espacio por unidad de producción.
Tiempos de procesos	Cortos.	Largos.	Muy largos.
Coste de producción	Costes fijos muy altos. Costes variables bajos. Costes unitarios bajos.	Costes fijos bajos. Costes variables altos. Costes unitarios altos.	Costes variables elevados. Costes fijos bajos.
Caso de fabricación	Automóviles.	Taller mecánico.	Transatlántico.
Caso de servicios	Self-Service.	Banco.	Congreso.

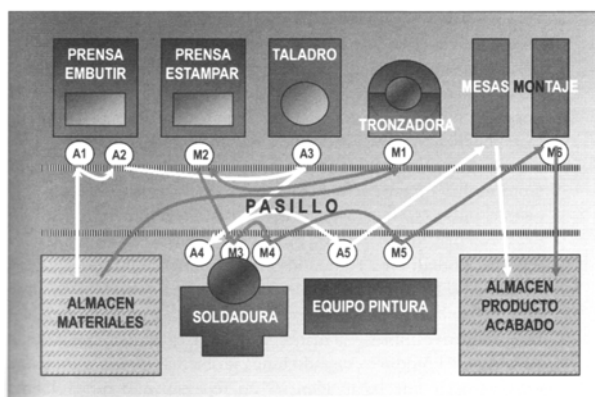
Distribució funcional

La distribució orientada al procés o distribució funcional, els llocs de treball estan distribuïts funcionalment, i és el producte qui es mou d'un lloc a un altre, tenint cada producte un itinerari diferent, més o menys complex. En fabricació s'anomena *tallers* a les plantes organitzades d'aquest mode.

Com a exemples de la distribució funcional, tenim qualsevol taller (mecanitzat, soldadura,...) en producció industrial, i en producció de serveis, els hospitals, restaurants, aeroports, hotels, supermercats, etc..., on la persona és qui es desplaça cap als llocs d'atenció fixes.

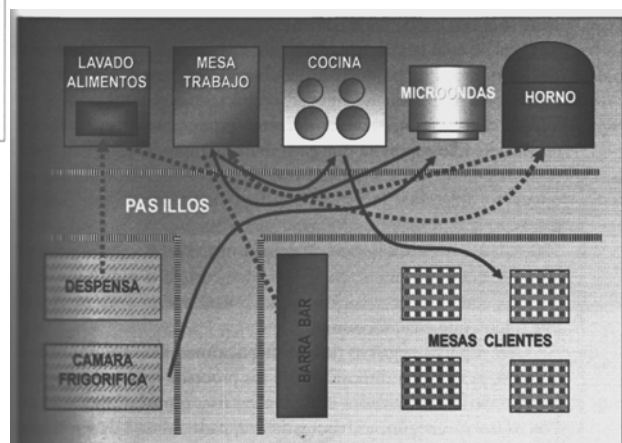
Aquesta distribució és la més normal de trobar en plantes convencionals, però no és gens adient per al model de gestió *Lean*.

Distribució funcional



Taller on els productes A i M realitzen diferent recorregut.

Restaurant convencional on en funció del plat es realitzen diferents tasques.



Avantatges:

- Varietat i flexibilitat en el tipus de producte
- Possibilitat de realitzar lots petits de producte

Els equips solen ser genèrics, costosos i necessiten una mà d'obra experta. Cap equip està dedicat a un producte en concret i no sempre estan ocupats. Els productes poden seguir varies rutes i és fàcil canviar de màquina en cas d'incidència o avaria.

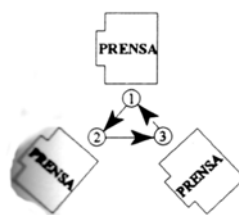
Inconvenients:

- Temps de procés molt llarg
- Quantitat elevada de malbarataments (cost elevat)

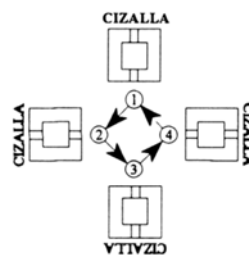
El temps de desenvolupament del procés del producte és lent ja que hi ha moltes operacions suplementaries per a les operacions com el temps de desplaçament entre equips. Per a aprofitar el temps de màquina es solen realitzar lots abans de canviar tot el lot de procés. Això provoca cues ja que el producte ha de esperar a que acabi tot el lot, i fins que no acaba el procés del lot en l'equip no pot entrar nou producte.

Distribució en gàbia d'ocell: Un operari assignat a varis equips iguals

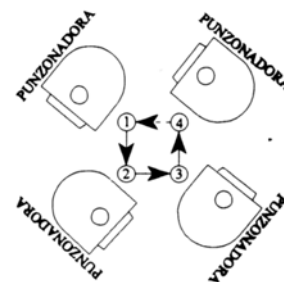
Triangular



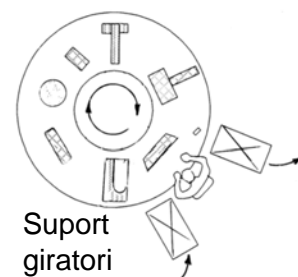
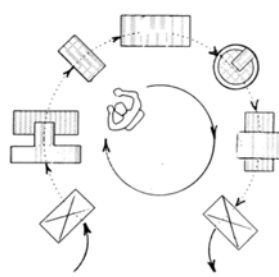
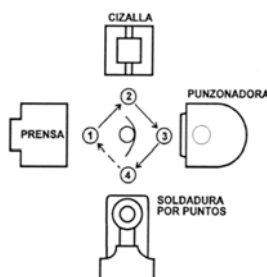
Rectangular



Romboidal



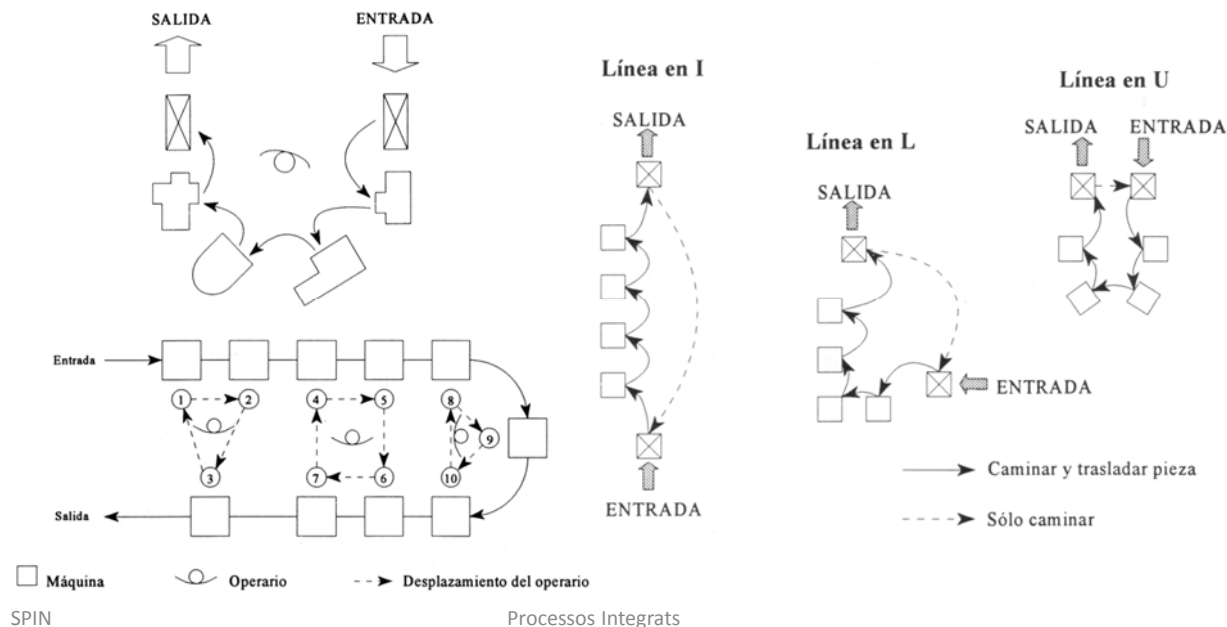
Distribució en illots: Un operari assignat a diferents equips



Suport giratori

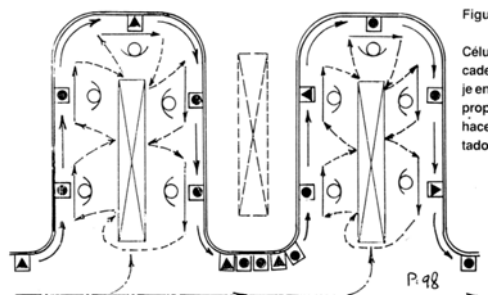
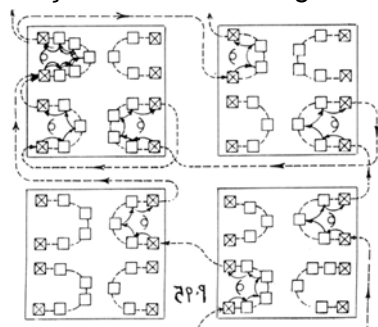
Distribució funcional: Línies en U, I, L

Els illots tenen el problema de l'enllaç entre altres línies. La distribució en U es tracta de un illot obert, amb les màquines al voltant de l'operari però obert i fàcilment enllaçable amb altres línies U o altres tipus de línies com les I o L.

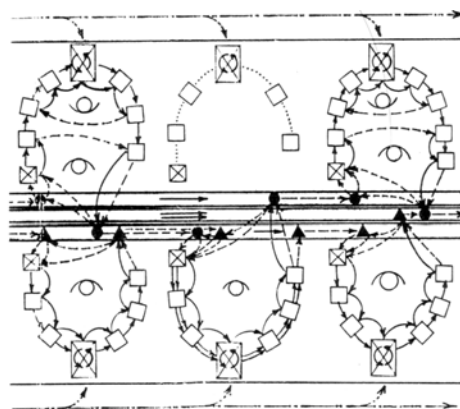


Distribució funcional: Enllaços entre línies U

U enllaçades amb recorregut dissenyat



U enllaçades amb el propi transportador



U enllaçades amb transportador

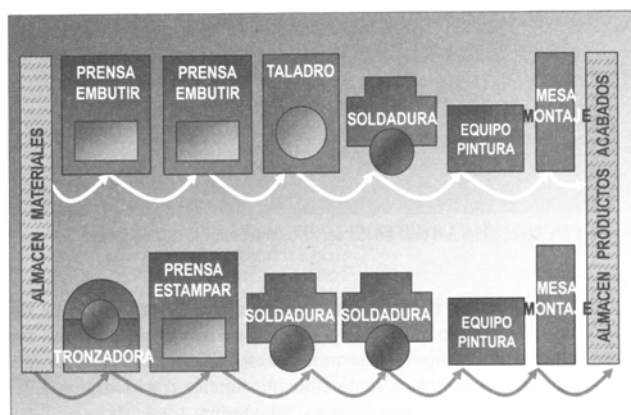
Figura
Cada
celda
jeu en
prop
hac
tado

Distribució en flux

En la distribució orientada al producte o distribució en flux, els llocs de treball estan disposats en un flux, d'acord amb la seqüència d'operacions que ha de seguir el producte. Es coneix també com a distribució *en cadena*, ja que és la més usual en les cadenes de muntatge o assemblatge.

Com a exemples de la distribució en flux, tenim qualsevol cadena de muntatge (televisors, cotxes, etc...) en producció industrial, i en producció de serveis tenim aquells se s'ofereixen en *cadena*, com pot ser un "self service".

Distribució en flux



Disposició en flux d'un "self service".

Taller on els llocs de treball estan orientats al producte, duplicant llocs de treball en funció de les necessitats.



Distribució en flux

Avantatges:

- Temps de procés baix
- Quantitat mínima de malbarataments (cost baix)

El temps de procés és baix ja que els equips són bastant especialitzats i tots els productes segueixen la mateixa seqüència, encara que poden tenir petites variacions. Al estar col·locats un junt a l'altre en seqüència, el producte passa ràpidament d'un a l'altre. No és necessari treballar en lots i és pot treballar peça a peça. Al haver poques operacions suplementaries que afegeixen valor al producte, el cost és inferior a la distribució funcional.

Inconvenients:

- Producció molt homogènia (baixa varietat)
- Volums de producció elevats

Al ser equips bastant especialitzats, no permeten gaire varietat de producte, i demana un volum de producció elevat, una demanda regular, i una bona organització en el procés i en el abastiment de producte. Els temps d'operació han d'estar ben ajustats, duplicant equips en cas necessari, per a evitar cues entre processos. En cas de incidència (avaries, manca de material,...) les conseqüències són bastant importants.

Distribucions derivades

Hi ha variacions de les anteriors distribucions:

- *Distribució en llocs fixes o cadena de llocs fixes:* Variació de la distribució funcional també per a lots petits de productes variats. Orientada a productes voluminosos o pesats, que potser no es poden moure, i en aquest cas són els treballadors, equips i materials qui es mouen cap al producte. Com a exemple de producció industrial pot ser la fabricació d'un vaixell o un edifici, i en producció de serveis pot ser organitzar un congrés o les olimpíades.
- *Distribució en flux continu:* Variació de la distribució en flux lineal en que el volum de producció del producte és molt elevat i el producte no es mesura en unitats sino en mesures de flux com litres, metres, tones, etc.... En producció industrial pot ser ciment, cables, alcohol, etc..., i en producció de serveis pot ser l'asfaltat de kilòmetres de carretera, encara que és més propi de la producció industrial.

Característiques tipus de distribució en planta

TIPO DE PROCESO	TIPO DE PRODUCTO	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	DISPOSICIÓN EN PLANTA	TIPO DE PUESTOS DE TRABAJO	CICLO DE PRODUCCIÓN
PUESTOS FIJOS PROYECTO	Individual. No estandarizado.	Una unidad o muy bajo.	Fija. Orientación al proceso.	Itinerantes.	Único \pm largo.
FUNCIONAL (TAJERES)	A medida. Poco estandarizado.	Pocas unidades o series cortas.	Orientación al proceso por lotes.	Fijos. Grupos homogéneos.	Largo (esperas y colas).
EN FLUJO O CADENA	Estandarizado. Más o menos personalizable.	Grande. Series más o menos largas.	Orientación al producto. Flujo en unidades.	Fijos (según producto).	Corto (flujo unitario sin esperas).
FLUJO CONTINUO	Identificable en flujo. Homogéneo.	Muy elevado e ininterrumpido.	Orientación al producto por flujo continuo.	Flujo automatizado.	Corto (flujo continuo sin esperas).

SPIN

Processos Integrats

27

Disposició en superfície: horitzontal o vertical

Per a implantar les diferents distribucions s'ha de tenir en compte el moviment de materials, equips i persones (distància, complexitat d'itineraris,...), superfícies necessàries per a ubicar els elements, previsió d'ampliacions, seguretat i condicions de treball (il·luminació, ergonomia, riscos,...), eliminar malbarataments de temps i material ja sigui en processos productius o altres (descans, bany, ...)

Disposició Horitzontal:

- Construcció més lleugera
- No es necessiten muntacàrregues
- Possibilitat d'il·luminació al sostre
- Carrega en terra il·limitada
- Possibilitat d'ampliacions en alçada

Disposició Vertical:

- Menor extensió de terreny
- Cobertes de menor magnitud
- Aprofitament de la gravetat

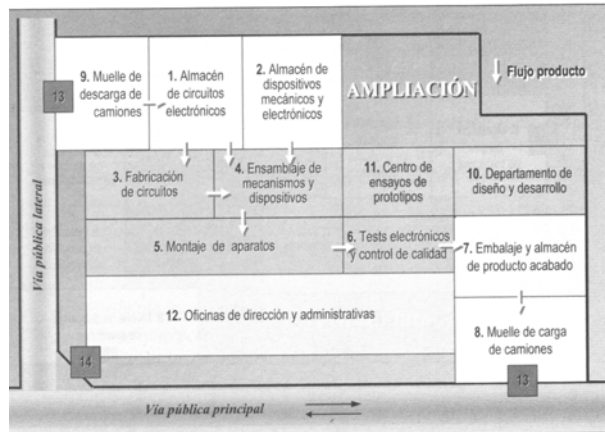
SPIN

Processos Integrats

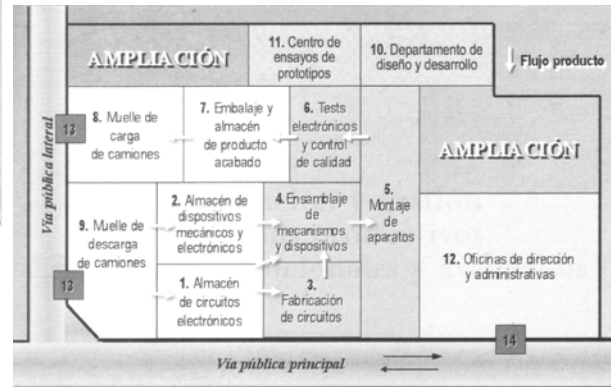
28

Disposició en planta

Per a implantar les diferents distribucions s'ha de tenir en compte el moviment de les persones i materials, així com l'espai i ubicació de l'espai disponible. Existeixen diferents mètodes per a planificar la disposició.



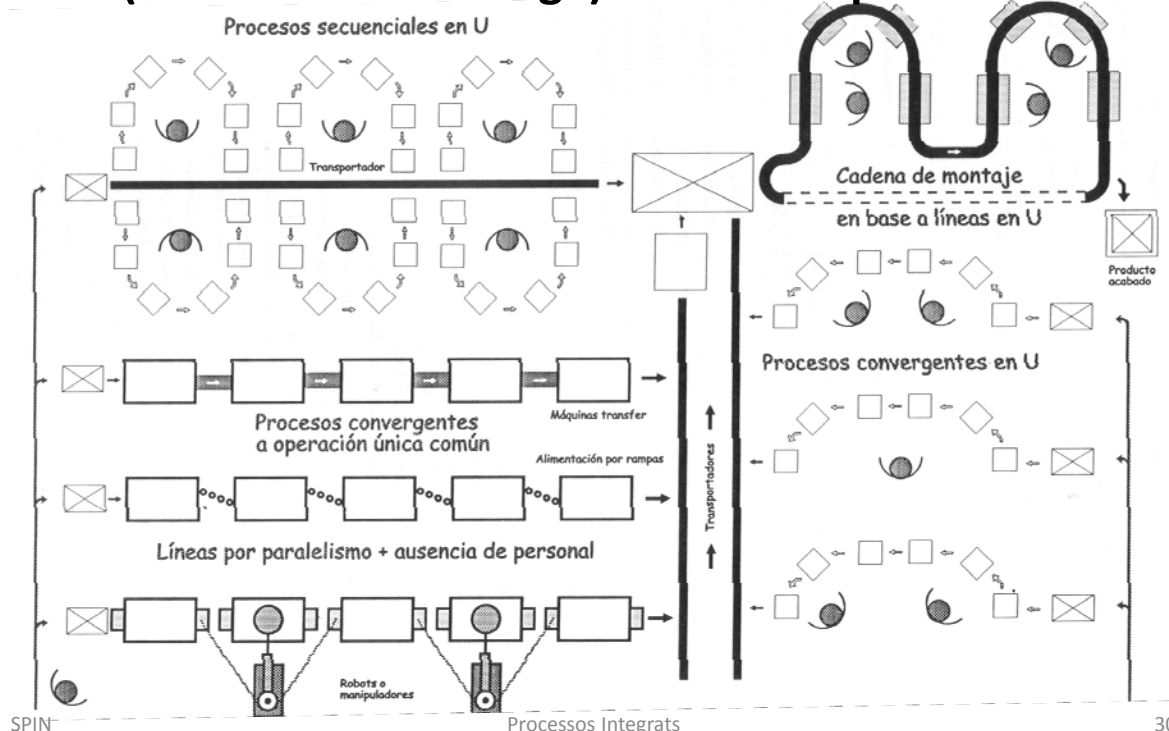
SPIN



Processos Integrats

29

Exemple de implantació de processos de producció (fabricació i muntatge) orientat al producte



SPIN

Processos Integrats

30

Representació de processos i activitats

Per a realitzar l'estudi dels diferents processos, aquests es poden representar les diferents activitats que els componen. Hi ha dues formes: una analítica o descriptiva, i altre gràfica:


- Representació analítica: Es representa el procés descompost en les seves activitats, de forma analítica, a partir d'un quadre amb les activitats en files i els camps d'informació en columnes
- Representació gràfica per diagrames: A més de la descomposició en les seves activitats, visualitzen el flux d'activitats al llarg del procés productiu i d'aquesta forma permet analitzar millor la seqüència d'activitats del procés per a fer-ho més eficient.

Representació analítica

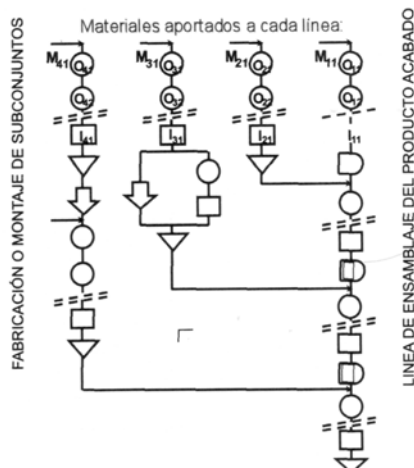
Producto: Molinillo café	Actividad	Materiales	Frecuencia	Tiempo (segundos)		Método
				Persona	Máquina	
	Insertar motor en carcasa base	Carcasa, motor, silentblocs y tornillería	1	90	90	Utilaje
	Insertar tarjeta con circuito impreso	Tarjeta electrónica y clips sujeción	1	45	---	Manual
	Insertar cableado y realizar conexión	Cables, interruptor, juntas y conectores	3	25	---	Manual
Lote producción: 1000 Uds./día	Montar carcasa externa y tapa	Carcasa, juntas, tapa y tornillería	1	10	30	Automático
Tiempo total segundos (incl. frecuencia) »				220	120	

S'inclouen les activitats que aporten valor, la vegada que es repeteixen les activitats, el temps utilitzat per l'operari i el temps utilitzat per la màquina.

El temps de màquina es pren com el temps necessari amb o sense màquina, però sense intervenció de l'operari. El temps sense màquina pot ser un procés industrial com el temps d'assecat d'una peça, necessari abans de continuar amb noves operacions, o en un procés administratiu com el temps d'espera d'una autorització necessària per a continuar amb el procés.

Producto: Molinillo café	Actividad	Materiales	Frecuencia	Tiempo (segundos)		Método
	Insertar motor en carcasa base	Carcasa, motor, silentbloks y tornillería	1	90	90	Utilaje
	Control calidad de la inserción		1	25	—	
	Colocación de carcasa con motor en carro		1	8	—	
	Espera hasta que el carro esté completo		99	90 + 25 + 8	90	
	Transporte del carro a área inserción tarjeta		1	100	—	
	Tomar carcasa con motor y colocar en mesa		1	20	—	
	Tomar tarjeta de circuito de un contenedor		1	15	—	
	Insertar tarjeta con circuito impreso	Tarjeta electrónica y clips sujeción	1	45	—	Manual
	Insertar cableado y realizar conexión	Cables, interruptor, juntas y conectores	3	25	—	Manual
Lote producción: 1000 Uds./día	Montar carcasa externa y tapa	Carcasa, juntas, tapa y tornillería	1	10	30	Automático
Tiempo total segundos (incl. frecuencia) »				12.565	9.000	

Per a un millor anàlisi, es pot completar amb les activitats que *no* aporten cap valor al producte de cara al client, però consumeixen temps i tenen un cost, com els temps de desplaçament o els controls de qualitat. Aquestes activitats són activitats de rebuig o malbaratament. Aquestes son les activitats que s'han de reduir millorant la planificació per a reduir costos i millorar la producció.



ACTIVIDAD	PROCESO INDUSTRIAL	SERVICIOS MATERIALES	SERVICIOS PERSONALES	PROCESO ADMINISTRATIVO
Operación	○ Conexión del motor en un molinillo de café	Adición de la salsa a un plato de pescado	Radiografía en un proceso de chequeo	Introducción de los datos de una factura, en un ordenador
Inspección	□ Control de calidad de la conexión	Control del sabor y PH de la salsa	Control de datos de identidad del paciente	Comprobación de los datos de la factura
Espera	D Puesto de conexión esperando el suministro de cables	Pescado esperando la adición de la salsa	Paciente tendido en una camilla, en espera del médico	Factura esperando la firma del responsable
Almacenaje	△ Molinillos montados almacenados en un carro	Recipiente con salsa ya elaborada para varios platos de pescado	Sala de espera con pacientes esperando ser llamados	Cubeta con facturas a introducir en un ordenador
Transporte	↓ Carro con molinillos transportados a área de embalaje	Platos de pescado con salsa llevados a la mesa del cliente	Camilla con un paciente trasladada a un quirófano	Cubeta de facturas llevada a un archivador

Actividades que no aportan valor alguno

La representació per diagrames seguir el flux de les activitats. S'utilitzen cinc símbols per a representar les activitats les quals finalment conflueixen en un, com l'assemblatge final. Les activitats són *operació*, *inspecció*, *transport*, *emmagatzematge* i *espera*, on les operacions són les que més afegixen valor al producte

Tipologies de producció

Tenim una primera classificació amb tres tipus de tipologies de producció:

- *Job Shop*
- *Batch Production*
- *Mass Production*

Tipologies de producció

JOB SHOP:

- Producció en baix volum: lots petits
- Generalment fabricació de productes 'a mida'
- Equipament flexible i general (per adaptar-se)
- Personal format amb alt nivell (polivalents)
- Exemples: avions, prototipus, màquines eina, ...

Tipologies de producció

BATCH PRODUCTION:

- Lots de volum mitjà, del mateix tipus de producte
- Producció de lots a intervals regulars i un cada cop
- Destinat a satisfer clients continus o habituals,
- Planta capaç de produir a velocitat superior del que es necessita
- Existència d'inventaris (un stock de cada ítem)
- Equipament de propòsit general però dissenyat per altes velocitats de producció

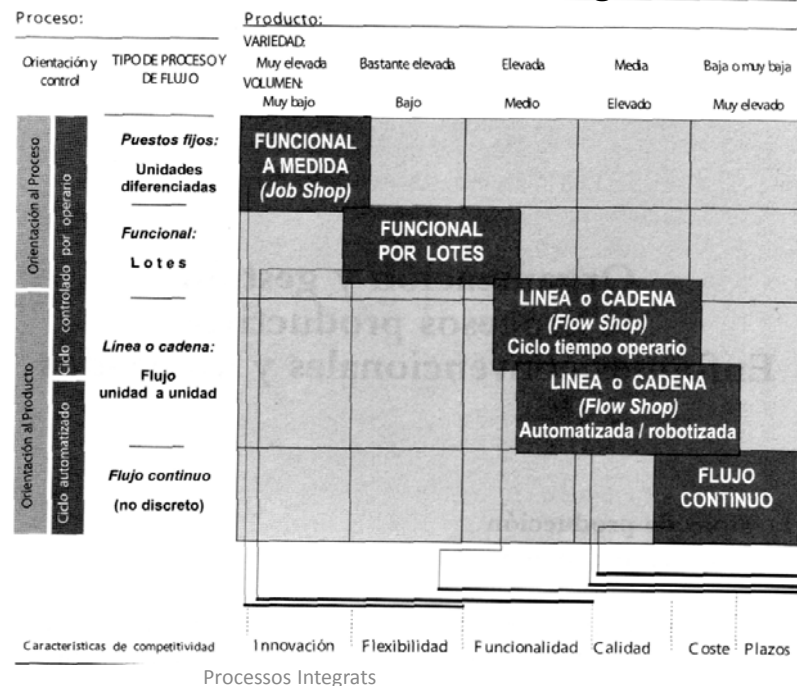
Tipologies de producció

MASS PRODUCTION:

- Fabricació continua i especialitzada de productes idèntics
- Ratio de producció elevat
- Equipament totalment dedicat a un producte particular
- Layout sencer i la planta sencera resta dedicada a la fabricació d'un producte específic

Matriu producte-procés convencional

Ampliem les tipologies a una matriu producte-procés, i els processos convencionals es troben en la diagonal de la matriu.



SPIN

Processos Integrats

39

Producció funcional a mida (job shop)

En aquest tipus de configuració es produeixen lots mes o menys petits d'una ampla varietat de productes de poca o nul·la estandardització (a mida), que possiblement no es tornin a produir-se mai més.

S'utilitzen equips d'escassa especialització, que poden realitzar operacions diverses amb diferents resultats, però que necessiten personal altament qualificat.

Els equips poden estar molt temps inactius, però el personal estan permanentment ocupats.

El temps d'entrega d'aquest tipus de producció pot ser molt variable.

Producció funcional en lots

En aquest cas el producte sol tenir bastants versions entre les que el consumidor ha d'elegir, per la qual cosa ja no és “a mida”. El volum de producte és bastant gran per la qual cosa es produeixen en lots.

Es disposa de maquinaria més sofisticada i enfocada a un determinat tipus d'operacions, encara que la automatització dels processos segueix essent bastant baixa i amb una bona flexibilitat.

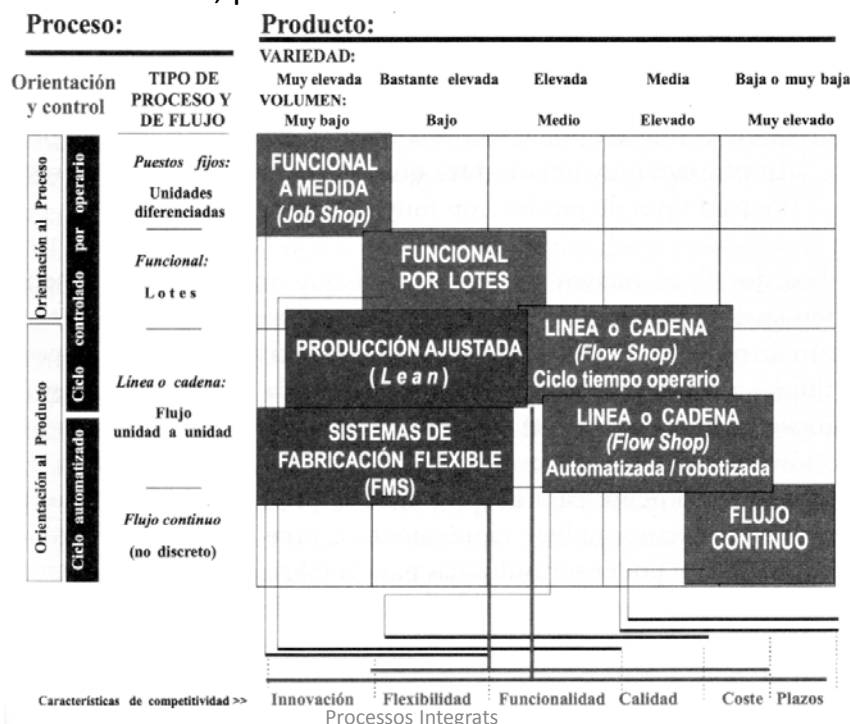
Producció en flux o cadena (flow shop)

Aquesta producció s'adopta quan es tracta de fabricació de lots grans de pocs productes diferents però tècnicament homogenis, utilitzant les mateixes instal·lacions.

Es tracta de productes que per a obtenir-los es requereix una seqüència similar d'operacions, encara que alguns poden requerir alguna operació diferent, de forma que els llocs de treball, màquines i equips es disposen en flux, una darrera l'altre.

La varietat de productes sol ser baixa de gran qualitat, però amb un volum de producció elevat.

Els equips solen ser especialitzats per al tipus d'operació i producte, i es dediquen per complert al producte.



Producció Lean

La producció Lean es gestiona mitjançant el *Just In Time (JIT)*, sistema desenvolupat per Toyota.

Abarca totes les característiques de competitivitat com la qualitat, temps i cost dels tipus de producció en flux, i la seva flexibilitat i funcionalitat, però que opera amb petits lots i amb una alta variació de producte.

No obstant, la organització que requereix i la seva gestió són molt complexes.

Sistemes de fabricació flexible (FMS)

Van aparèixer com a alternativa al JIT. Aquests sistemes en basen en l'ús intensiu de la tecnologia per mitjà de màquines i equipaments automatitzats i programables disposats en flux, per a aconseguir, amb rapidesa i de forma automàtica, adaptar-se a les variacions que exigeixen els productes i processos.

Aquest sistema de producció aquest entorn fortament computeritzat, anomenat CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) permet una gran flexibilitat, i avarca fàcilment la majoria de característiques de competitivitat.

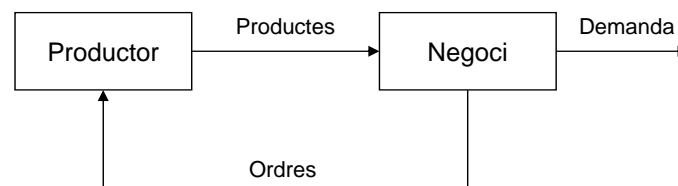
En aquests sistemes es dona una forta complexitat tecnològica i inversions molt importants, cosa que fa que aquests es reservin per a tipus de producció molt concrets.

Estratègia PUSH

La estratègia Push, es caracteritza perquè els lots de fabricació prèviament planificats “espitgen” la producció.

Els clients venen i retiren les comandes, però el magatzem torna a realitzar comandes segons està ordenat per la planificació de materials.

La planificació de materials estableix l'inventari per a cadascun dels llocs de treball, i aquests produeixen amb independència de la resta de llocs de treball. Necessita gran quantitat d'stock.



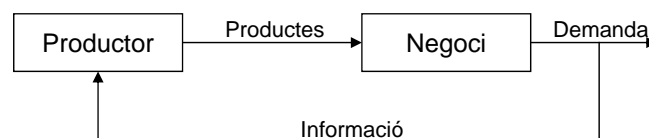
Estratègia PULL

En la estratègia Pull (de “tirada”), cada procés o client retira el producte o les peces del procés anterior segons les va necessitant. D'aquesta forma un centre de treball o servei tan sol treball quan el procés següent li comunica la necessitat de fer-ho.

Els clients inicien el procés: retiren el material i d'aquesta forma el magatzem final torna a realitzar noves comandes a la planta. Si no hi ha activitat per part dels clients, tampoc hi ha al magatzem.

Els llocs de treball no tenen inventaris i depenen uns dels altres per a continuar la producció.

La producció es deu a demandes reals, i necessiten un sistema d'informació a la demanda a productors i un temps de reposició molt ràpid.

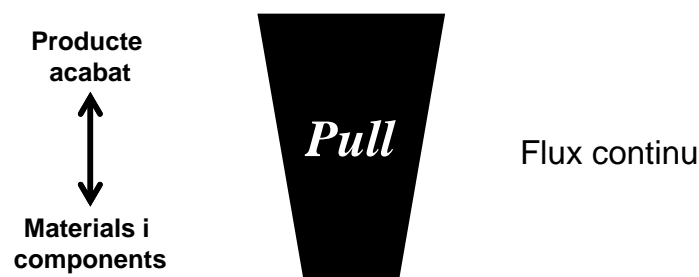


Tipus de producció segons el producte i procés

La classificació VAX es basa en l'estructura productiva segons els materials utilitzats i els productes a obtenir.

Estructura en 'V'

Estructura V: per a produccions en flux continu i volums elevats, es caracteritza per poca varietat de materials que permeten una gran diversitat de producte acabat. Ex.: entra llet i surten yogurts, mantega,... Sol utilitzar-se la estratègia Pull en funció de la demanda.



Estructura en 'A'

Estructura A: per a produccions per projecte, sota comanda o amb gran variació de producte (tallers). Entra gran varietat de materials bàsics i segons es va produint, cada vegada hi ha menys quantitat i es pot variar el producte acabat. Ex.: construcció d'un edifici,...

Sol utilitzar-se la estratègia Push; es fabrica l'edifici i després s'intenten vendre els pisos.

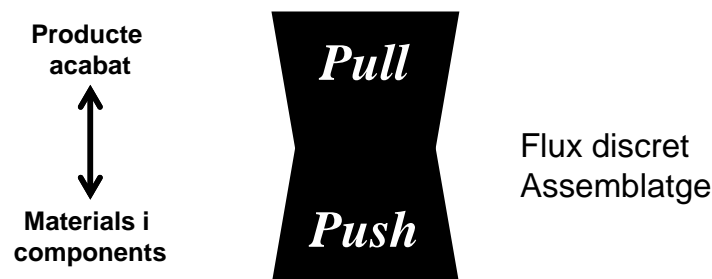


Estructura en 'X'

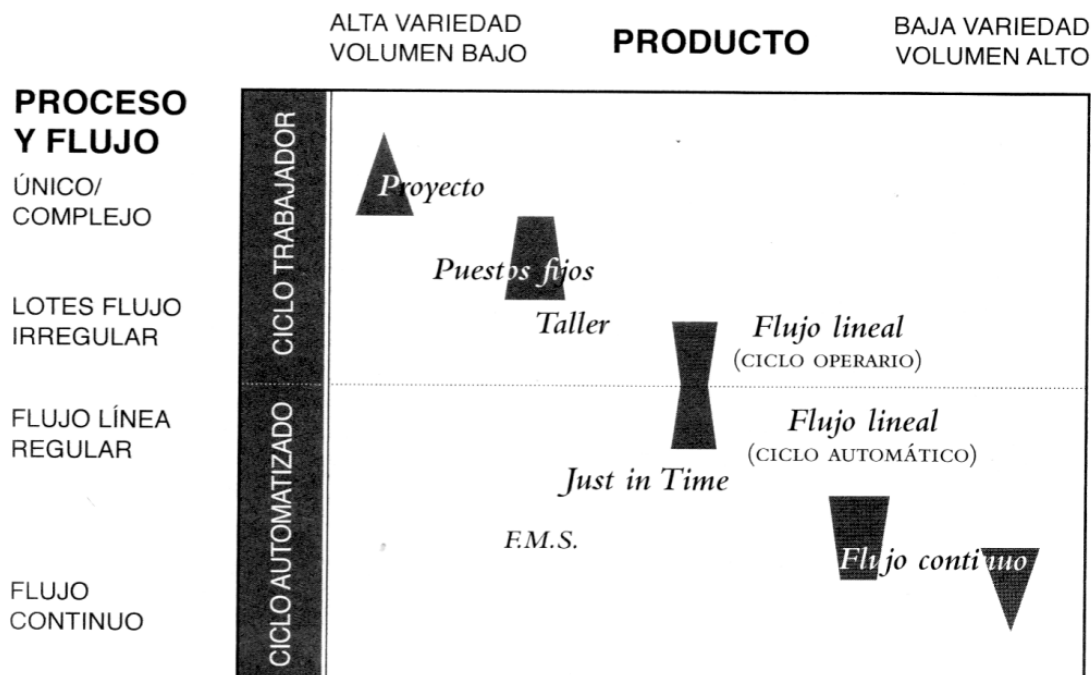
Estructura X: o de rellotge de sorra, és la més adient per a la producció en lux i les cadenes d'assemblatge de productes discrets.

La quantitat i la varietat de components i productes a l'inici o al final no son significativament diferents. Ex. Assemblatge de cotxes

Sol utilitzar Push per a productes genèrics i Pull per a productes finals.



Aplicacions VAX

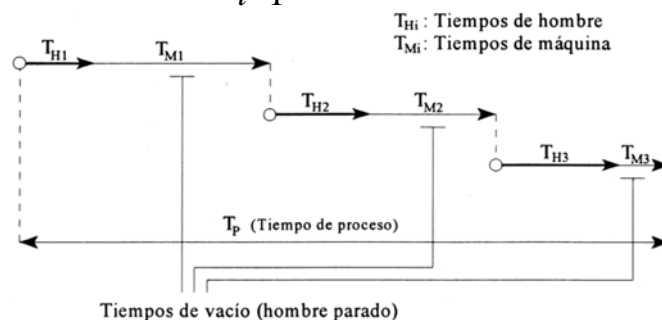


Càlculs de temps de producció

- T_{hi} : temps per operació de l'operari
- T_{mi} : temps de operació de la màquina on l'operari està parat
- n_m : n^o de màquines

Per a una sola màquina per treballador:

$$TP = \sum_{i=1}^{n_m} (T_{hi} + T_{mi})$$



Càlculs de temps de producció

- MLT: Manufacturing Lead Time. Temps total requerit pel processat d'un producte a través de la planta

$$MLT = \sum_{i=1}^{n_m} (T_{su_i} + Q \cdot T_{o_i} + T_{no_i})$$

MLT **no** contempla els temps d'anar a buscar ni d'emmagatzemar la matèria primera o el producte acabat

Càlculs de temps de producció

- Considerant tots els temps d'operació, de no-operació i de setup iguals:

$$MLT = n_m (T_{su} + Q \cdot T_o + T_{no})$$

- Si a més a més la grandària de BATCH és 1, ens queda:

$$MLT = n_m (T_{su} + T_o + T_{no})$$

Càlculs de temps de producció

- En grans produccions massives, el MLT esdevé igual al temps d'operació per màquina, després d'haver realitzat el 'setup' (una vegada) i començar la producció
- En grans produccions massives el temps de no-operació T_{no} consisteix senzillament en el temps de transferir el producte des d'una màquina a la propera.
- Si totes les màquines comencen a la vegada:

$$MLT = n_m (T_{transferència} + T_{Omesllarg})$$

$n_m = n^{\circ}$ de màquines separades de la línia de producció

Exemple producció

Una certa peça és produïda en un procés batch de 50 unitats, i requereix d'una seqüència de 8 operacions dins la planta. El temps de setup mig és de 3 hores i la mitjana de temps d'operació per màquina és de 6 min. La mitjana de temps de no-operació degut a transports, inspeccions i retards és de 7 hores. Quants dies es necessitaran per produir el batch esmentat, assumint un horari de planta d'un torn de treball de 7 hores hàbils?

Exemple producció

Procés Batch amb tirada de 50 peces $\rightarrow Q=50$

$T_{su}=3$ hores

$T_o = 6$ min/màquina

8 operacions = 8 màquines

$T_{no} = 7$ hores

$$\begin{aligned} \text{MLT} &= n_m (T_{su} + Q \cdot T_o + T_{no}) = \\ &= 8 \cdot (3 \cdot 60 + 50 \cdot 6 + 7 \cdot 60) = 7200 \text{ min} = 120 \text{ hores} \end{aligned}$$

Dies necessaris = $120 \text{ hores} / (7 \text{ hores/dia}) = 17,14$ dies

Temps d'operació

T_o anomenat temps d'operació és el temps que una peça està dins d'una màquina, tenint en compte que NO tot aquest temps és productiu. Agafant com a exemple una màquina-eina (comú en processos discrets):

- T_m : temps de màquina
- T_h : temps de manipulació
- T_{th} : temps de manipulació d'eina (canvi d'eina, etc)

$$T_o = T_m + T_h + T_{th}$$

Capacitat

Capacitat o Capacitat de planta defineix la relació màxima de sortida (producció) de la planta sota una sèrie de condicions d'operació (nº màquines/dia, nivell d'operaris, nº dies treballats/setmana, ...)

La capacitat de la planta es mesura en unitats de sortida, però si els productes fabricats NO són homogenis és millor mesurar-ho en unitats d'entrada

Capacitat

- PC: Capacitat de planta per grup de llocs de treball
- W: nº llocs de treball considerats
- H: hores operatives de cada lloc de treball per torn (exclou temps de manteniment, reparació, ...)
- Sw: nº torns/setmana
- Rp: és el ratio de producció d'un procés productiu o d'una operació de muntatge. Generalment s'expressa en unitats de producte/dia

$$PC = W * Sw * H * Rp$$

Exemple capacitat

Una secció té 6 màquines, totes elles dedicades a produir la mateixa peça. Cada secció opera 10 torns/setmana i el n^o d'hores per torn és d'una mitjana de 6'4 ja que a vegades l'operador es retarda i la màquina es para. La mitjana de producció és de 17 unitats/hora. Determinar la capacitat de producció que presenta cada secció.

Exemple capacitat

W = 6 màquines

Sw = 10 torns/setmana

H = 6'4 hores/torn

Rp = 17 unitats/hora

$$\begin{aligned} PC &= W * Sw * H * Rp = \\ &= 6\text{màq} * \frac{10\text{torns}}{\text{setmana}} * \frac{6'4\text{hores}}{\text{torn}} * \frac{17\text{uni.}}{\text{hora}} = \\ &= \frac{6528\text{unitats}}{\text{setmana}} \end{aligned}$$

Capacitat de planta

- Si hi afegim un procés batch (amb diferents tipus de màquines):

$$PC = \frac{W * S_w * H * R_p}{n_m}$$

- Si D_w és la relació de comandes per setmana:

$$\frac{D_w * n_m}{R_p} = W * S_w * H$$

Capacitat de planta

- Hi ha tres formes d'adaptar la capacitat de la planta a les comandes de la setmana:
 - Canviar el n° de punts de treball **W** (↑↑ n° màquines)
 - Canviar n° torns/setmana **S_w** (dissabtes)
 - Canviar n° hores treballades/torn **H** (hores extres autoritzades)
- Si producció ≠ demandes, cal revisar l'equació de capacitat:

$$\sum \frac{D_w * n_m}{R_p} = W * S_w * H$$

Exemple capacitat de planta

En una mateixa planta cal processar 3 tipus diferents de productes:

Producte	Demanda	Producció
Producte_1	600 unitats/setmana	10 unitats/hora
Producte_2	1000 unitats/setmana	20 unitats/hora
Producte_3	2200 unitats/setmana	40 unitats/hora

Determinar el n° de llocs de treball requerits per satisfer les demandes donada que la planta treballa 10 torns/setmana, i 6'5 hores/torn. El procés només utilitza un sol tipus de màquina: $n_m=1$

Exemple capacitat de planta

$$\frac{D_w}{R_p} = W * S_w * H \Rightarrow W = \frac{D_w}{R_p * S_w * H}$$

- Producte_1:

$$W = \frac{600}{10 * 10 * 6'5} = 0,92$$

- Producte_2:

$$W = \frac{1000}{20 * 10 * 6'5} = 0,769$$

- Producte_3:

$$W = \frac{2200}{40 * 10 * 6'5} = 0,864$$

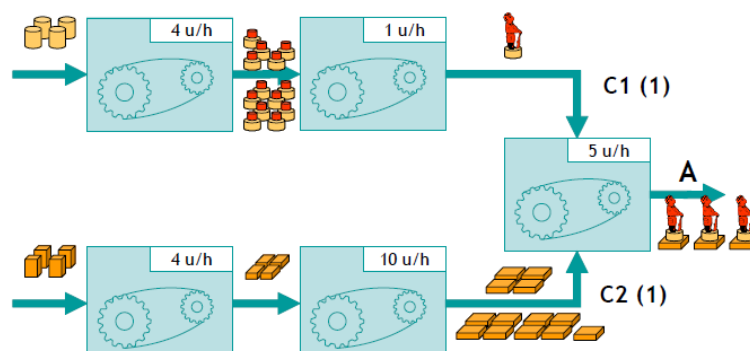
$$\sum W_i = 0,92 + 0,769 + 0,864 = 2,553 \Rightarrow 3 \text{ punts de treball}$$

- Però també cal tenir en compte la restricció:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{D_w}{R_p} = \frac{600}{10} + \frac{1200}{20} + \frac{2200}{40} = 60 + 50 + 55 = 165$$

$$165 = W * 10 * 6,5 \Rightarrow W = \frac{165}{10 * 6,5} = 2,53 \Rightarrow 3 \text{ punts de treball}$$

Els colls d'ampolla es refereixen a diferents activitats que disminueixen la velocitat dels processos, incrementen els temps d'espera i redueixen la productivitat, provocant un augment de costos. Pot ser degut a manca de material, avaries, desviacions,... El coll d'ampolla principal és el procés de producció més lent, o màquina amb menor capacitat. És important vigilar aquesta màquina, ja que la producció depèn d'ella.



Per a reduir el coll d'ampolla podem ajustar capacitats de màquines, augmentar la quantitat de màquines que provoquen el coll d'ampolla, ...

Coll d'ampolla

Les capacitats es donen en valors mitjos, però la realitat és que les hi ha desviacions d'aquests valors. Aquestes desviacions acumulen retards que són difícils de recuperar.

Exemple: Una procés té una capacitat mitja de 1 unitat cada 4 minuts, i pot ocórrer que:

- 1) Arribi una unitat als 3 minuts. Com que el procés està ocupat durant 4 minuts amb la unitat anterior, aquest minut d'avançament es perdrà i pot arribar a generar cua.
- 2) Arribi una unitat als 5 minuts. El procés portarà un minut esperant l'arribada d'aquesta unitat, i després estarà 4 minuts en el procés. Aquest minut de retard s'acumularà fins al final del procés, possiblement provocant més retards en altres operacions.

La gestió de processos basats en colls d'ampolla, també s'anomena teoria de les limitacions (TOC = Theory of Constraints)